

تكنولوجيا المعلومات
وتطور العلم

دكتور
نبيل على

تصدرها :
المكتبة الأكاديمية

رئيس التحرير
أ. د. أحمد شوقى

مدير التحرير
أ. أحمد أمين

ISO 9002

المكتبة الأكاديمية
شركة مساهمة مصرية - القاهرة

كراسات "علمية"

سلسلة غير دورية تصدرها المكتبة الأكاديمية

تعنى بتقديم الاجتهادات العلمية الحديثة

رئيس التحرير أ. د. أحمد شوقى   مدير التحرير أ. أحمد أمين

المراسلات: المكتبة الأكاديمية

١٢١ش التحرير – الدقى – القاهرة ت: ٧٤٨٥٢٨٢ – فاكس ٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون : ٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)



المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

الحاصلة على شهادة الجودة

ISO 9002

Certificate No.: 82210

03/05/2001

تكنولوجيا المعلومات وتطور العلم

تكنولوجيا المعلومات وتطور العلم

دكتور/ نبيل على



الناشر
المكتبة الأكاديمية
شركة مساهمة مصرية
٢٠٠٥

حقوق النشر

الطبعة الأولى ٢٠٠٥م - ١٤٢٥هـ

المكتبة الأكاديمية
شركة مساهمة مصرية
رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى
١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة
القاهرة - جمهورية مصر العربية
تليفون : ٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)
فاكس : ٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

إهــداء

إلى الأجيال الشابة من العلماء والمفكرين والتكنولوجيين العرب

هذه السلسلة

تعد استجابة منطقية لما لقيته شقيقتها الكبرى "كراسات مستقبلية" التي بدأ ظهور أعدادها الأولى عام ١٩٧٧، من الترحاب والتشجيع، المقرونين بالدعوة إلى زيادة مساحة العلم فى إصدارات السلسلة إلى أقصى حد ممكن.

لقد دفعتنا هذه الدعوة إلى التفكير فى أن نفرد للموضوعات العلمية سلسلة خاصة، تستحقها، فكانت هذه السلسلة، التى تمثل تطويراً وتوسعاً فى أحد محاور "كراسات مستقبلية"، حيث ذكر فى مقدمتها ما نصه:

"الإلمام بمنجزات الثورة العلمية والتكنولوجية، التى تعد قوة الدفع الرئيسية فى تشكيل العالم، مع استيعاب تفاعلها مع الجديد فى العلوم الإجتماعية والإنسانية، من منطلق الإيمان بوحدة المعرفة".

ومن ملامح هذه السلسلة:

* المحافظة – على شكل المقال التفصيلى الطويل (Monograph) الذى تتميز به الكراسات عادة.

* الحرص على تقديم الاتجاهات والأفكار العلمية الجديدة، بجانب تقديم المعارف الخاصة بمختلف المجالات الحديثة، بشكل يسمح للقارئ "المتعلم غير المتخصص"، الذى يمثل القارئ المستهدف للكراسات، بالقدر الكافى من الإلمام والقدرة على المتابعة.

* وفى تقديمها للاتجاهات والمعارف العلمية الحديثة، لن تتبنى الكراسات الشكل النمطى لتبسيط العلوم، الذى يستهدف النجاح فى إضافة كمية –قلت أو كثرت– لبعض المعارف العلمية إلى ثقافة الملتقى. إننا لانتعامل هذا مع العلم كإضافة، ولكن كمكون عضوى أصيل للثقافة المعاصرة، وهو مكون ثرى، يتضمن المناهج والمعلومات والأفكار والاتجاهات.

* وتأكيداً لعدم النمطية، ستتسع السلسلة للتأليف والترجمة والعرض، وتتضمن اجتهادات التبسيط والاستشراف، وستنطلق من أهمية تضامن المعرفة والحكمة وارتباط العلم الحديث بالتكنولوجيا Technoscoence، مع التركيز على أهمية ارتباطهما معا بالأخلاق.

وبعد، فإننى أتقدم بالشكر إلى كل الزملاء الذين تحمسوا للفكرة، وساهموا فى تقديم المادة العلمية للسلسلة. وباسمهم وباسمى أشكر الصديق العزيز الأستاذ أحمد أمين، الناشر المثقف الذى احتفى من قبل بسلسلة "كراسات مستقبلية"، وشجعنا على إصدار هذه السلسلة الجديدة. والله الموفق.

كراسات هذه السلسلة تستهدف تقديم رؤيتنا لمستقبل العالم من منطلق الإدراك الواعى لأهمية التنوع الثقافى، التى لاتقل عن أهمية التنوع البيولوجى الذى تحتفى به أدبيات التنمية الموصولة، إننا نقدم رؤيتنا كمصريين وعرب ومسلمين وجنوبيين للبشرية كلها دون ذوبان أو عزلة، فكلاهما مدمر ومستحيل.

هذه الكراسة

تناقش بمنهج علمى ورؤية موسوعية العلاقة بين المعلوماتية وتطور العلم. وهذا الموضوع بكل أبعاده المعرفية المتداخلة، فلسفيا وثقافياً وتكنولوجياً، من المستبعد أن تبزغ فكرته أو أن تتم معالجته إلا من عقلية مثل عقلية الصديق العزيز الدكتور نبيل على خبير المعلوماتية ومهندس اللغة. أقول ذلك بموضوعية شديدة، أعلم أنه لايرتاح إلا إليها.

إن إنضمام نبيل على، صاحب الكتاب الأشهر عن العرب وعصر المعلومات، والدراسات عن اللغة والكمبيوتر، إلى أسرة الكراسات، يعد حدثاً نفرح به وإضافة تعزز مسيرتها. أهلاً به وبكراسته الأولى، مع إنتظار المزيد من عطائه بإذن الله.

د. أحمد شوقى

يناير ٢٠٠٥

تقـــديم

أدت ـــ وستؤدي ـــ تكنولوجيا المعلومات إلى تغيرات عديدة في صلب المجتمع الإنساني، ولكن يظل أخطرها ـــ بلا منازع ـــ هي تلك التغيرات على صعيد العلم بكل جوانبه: مجالاته ومناهجه وتطبيقاته والقائمين به، علاوة على علاقته بما هو خارجه وخاصة على الأصعدة السياسية والاقتصادية والثقافية.

تقوم هذه الدراسة حول فكرة محورية مؤداها أن علم عصر المعلومات سيعمل كمركب الموضوع synthesis، بمفهوم الجدل الهيجلى، بالنسبة لما سبقه من علوم حيث "سيجدل" طرفي كثير من ثنائيات التضاد التي ورثها من علم الماضي، من قبيل: الماكرو والميكرو، والشمولية والتخصص، والنظري والتطبيقي وعلوم الطبيعيات وعلوم الإنسانيات، ومن أخطر هذه الثنائيات التي يسعى علم عصر المعلومات للمؤالفة بينها ـــ كما ستوضح الدراسة ـــ هي ثنائية التوجيه من أعلى والبناء من أسفل، وهو نهج التزمت به الدراسة ذاتها حيث تقوم هيكلية إطارها العام على التحرك نزولا من العام إلى الخاص، في حين سعت إلى تقطير المفاهيم الأساسية في ذهن القراء وفقا لمبدأ "البناء من أسفل"، أي من الخاص صعودا إلى العام.

من جانب آخر، فقد قصد بهذه الدراسة أن تعطي نموذجا لكيفية التعامل مع ظاهرة الإفراط المعلوماتي overr-information التي كادت أن تسحق العقل الإنساني أمام طوفان المعلومات الهادر بعد أن فتحت عليه الإنترنت بوابات الفيضان. لقد حاول الكاتب أن يجمل في حيز محدود للغاية نسبيا رؤيته الخاصة عن أثر تكنولوجيا المعلومات على تطور العلم ممزوجة بحصاد كم هائل من موارد المعلومات التي تغطي نطاقا شاسعا من فروع المعرفة المختلفة: فلسفة وعلما وفنا وتكنولوجيا.

ويبقى سؤال يطرح نفسه هنا: أين هو موقع الكاتب من قسمة فلاسفة العلم، والعلماء الذين تصدوا للحديث عن تطور العلم؟ والكاتب ليس بالقطع فيلسوفا ولا يدعي كونه عالما، فهو يرى نفسه وسطا بين العالم والتكنولوجي، وربما قد أهله ذلك لتناول علم عصر المعلومات الذي يقوم به ـــ كما ستوضح الدراسة ـــ باقة من العلماء والتكنولوجيين.

إن هذه الدراسة لا تخرج عن كونها رؤية تحتمل الصواب بقدر ما تحتمل الخطأ، وهي بلا شك مجازفة طرحها الكاتب بأقصى ما لديه من دوافع الجسارة تلبية لعصر بات يتطلب بشدة علما جسورا.

وفي النهاية يود الكاتب أن يعبر عن عظيم امتنانه للزميل العزيز عالم الوارثة الأستاذ الدكتور/ أحمد شوقي على دعوته له للمشاركة في سلسلة الكراسات التي أثبتت — بحق — أنها أرقى وسائل الثقافة العلمية، خاصة فيما يخص تثقيف المتعلمين، وما أشد حاجتنا له، والشكر واجب أيضا للزميل الكريم الأستاذ الدكتور مصطفى إبراهيم فهمي على دوام تشجيعه، وعلى ما وفره للكاتب من مصادر، وما أتاحه له من وقت لحوار مثمر حول موضوع هذه الدراسة. ولا يفوته أن يشكر الأستاذ الدكتور سمير حنا صادق، مقرر لجنة الثقافة العلمية بالمجلس الأعلى للثقافة، والتي يشرف الكاتب بعضويتها، الذي رسخ في قلوبنا بأصالة فكره حبا عميقا للعلم الأصيل، أما ما قامت به الأستاذة الدكتورة يمنى الخولي من جهد في قراءة مسودة الجزء الأكبر فى الدراسة فهو فضل لا يفوقه إلا فضل فكرها الثاقب في مجال فلسفة العلم وتاريخه وهو الفكر الذي استندت إليه الدراسة بصورة أساسية كما سيتضح بشكل يغني عن كل قول.

نبيل على

القاهرة — أغسطس ٢٠٠٤

المحتـــويات

الفصل الأول

عن العقل ومجتمع المعرفة

١ : ١ مقــدمة

١:١:١ أزمـــة العقـــــل الراهنة

كثر الحديث في خطاب عصر المعلومات ومجتمع المعرفة عن الحاجة الماسة لنهضة علمية شاملة، تحتاج بدورها عقلا جديدا يلبي مطالب هـــذا العصـــر، ويتصدى للتحديات الجسام التي يطرحها ذلك المجتمع. لقد أصبح العقل شاغل الجميع بعد أن أصبح مصير الأمم والشعوب رهنا بنتـــاج العقـــول، وقـــدرة أصحابها على مواجهة القوى الاجتماعية الحاكمـــة: السياســـية والاقتصاديـــة والعسكرية، وكذلك القوى الرمزية(*) التي يلعب فيـــها العلـــم دورا رئيســـيا وحاسما، وإن كانت حكمة الماضـي قد علمتنا أن المعرفة قوة، فقد أثبتت لنـــا حقائق الحاضر أن القوة أيضا معرفة، فالقوة قادرة على توليد معرفـــة تخـــدم غاياتها وتبرر ممارساتها وتؤازر أساليبها في إحكام قبضتها على المصـــــادر والمصائر، وتأتي معرفة عصر المعلومات لتجسد المغزى الخطـــير لكـــون المعرفة قوة؛ فلم يعد ذلك هاجســـا عابرا يثير القلق بل واقعـــا جاثمـــا يثـــير الذعر ويهدد مصير كوكبنا الهش الذي يشكو من التصدع ويزخر بـــالصراع، وهو أمر يتطلب ــ أول ما يتطلب ــ تحليلا دقيقا لعلاقة تكنولوجيا المعلومات بتطور العلم صانع هذه المعرفة.

* يقصد بالقوى الرمزية القوى اللينة التي تشمل الثقافة والتربية والإعلام والفكر وما شابهه.

وبالنسبة لنا نحن العرب فتضييق الفجوة العلمية–التكنولوجية التي تفصل بيننا وبين العالم المتقدم عامة، وبينه وبين إسرائيل خاصة، لن يتأتى إلا بسد "فجوة العقل"، العقل صانع المعرفة وصنيتعها، بعد أن ضمرت قدرة عقول نخبة عالمنا العربي على صناعة المعرفة، لتحرم – بالتالي – عامته من معرفة جديدة هي في أمس الحاجة إليها لتعيد تصنيع عقولها، وقناعة الكاتب الراسخة أن تكنولوجيا المعلومات قادرة على انتشال العقل العربي من أزمته وزيادة قدرته على إنتاج المعرفة: محليا وعولميا.

١:١:٢ عصر جديد = علما جديداً

كل عصر جديد يعني علما جديدا وبلا أدنى مبالغة فقد شطرت المعلوماتية مسار تطور العلم إلى شطرين: ما قبل عصر المعلومات وما بعده، أو النقلة المعلوماتية كما سنطلق عليها من الآن فصاعدا. إن العلم وفلسفته بصدد نقلة نوعية حادة تفوق بكثير تلك النقلة التي شهدها عصر النهضة، والتي عاب عليها البعض أنها قامت بإعادة ولادة الحقائق القديمة أي باستعارة المعرفة القديمة وليس باكتشاف معرفة حديثة (١: ٢٨)[*]، وربما يرى البعض في تلك النقلة المعلوماتية تفريعا لنقلة أعم وأشمل تكرر تناولها في خطاب "الحداثة وما بعدها"، إلا أن أجندة ما بعد الحداثة – كما أقر الكثيرون – مازالت غائمة وأبعد ما تكون عن التحديد، ويرى الكاتب أن تمحيص العلاقة بين تكنولوجيا المعلومات وتطور العلم هو أنجع السبل لتحديدها، فما بعد الحداثة شديدة الصلة بعصر المعلومات، وما تطالب به من "قطيعة معرفية" مع فكر الحداثة يعني – في المقام الأول – قطيعة معرفية ما بين علم عصر المعلومات وما قبله، وإذا ما أخذنا بوجهة نظر المتحفظين – ونحن معهم – على خطاب الحداثة وما بعدها باعتباره تمويها لإخفاء التوجه الرأسمالي باعتبار الحداثة وما بعدها ما هي في حقيقتها إلا صياغة مسترة لرأسمالية الصناعة ورأسمالية ما بعدها، رأسمالية التكنولوجيا المتقدمة، إذا ما أخذنا بذلك فنحن في حاجة أيضا، وربما أشد، إلى تمحيص العلاقة بين تكنولوجيا المعلومات وتطور العلم من أجل الكشف عن أساليب التمويه، والبحث عن منطلقات جديدة للنظر إلى

[*] الأرقام بين القوسين تشير إلى رقم المرجع كما ورد في قائمة المراجع مقرونا برقم الصفحة لو كان كتابا.

مجتمع اقتصاد المعرفة وليد التكنولوجيا المتقدمة تحررنا من أسر ما يروجه خطاب ما بعد الحداثة في هذا الخصوص.

إن معرفة عصر المعلومات تكاد تحيل قدرا لا يستهان به من معرفة الماضي وفلسفته إلى نوع من "الفلكلور العلمي" و"الميثالوجيا الفلسفية"، في ذات الوقت الذي تسرع فيه تكنولوجيا المعلومات بانضمام كثير من إنجازات الماضي إلى دنيا المتاحف، وخير شاهد على ذلك ما فعلته هذه التكنولوجيا في عقر دارها؛ فقد شهد تاريخها القصير للغاية، والذي لا يزيد عن نصف القرن إلا بقليل، أجيالا متعاقبة من الكمبيوتر سرعان ما انقرضت، وأجيالا من البرمجيات والروبوتات وصمت بالغباء وبدائية العصور الحجرية، لذا فهي تصبو حاليا إلى أجيال أكثر ذكاء وقدرة على محاكاة قدرات ذهن الإنسان وحواسه، وهو أمر ستوليه الدراسة الراهنة ما يستحقه من اهتمام. لقد أطاحت هذه التكنولوجيا الساحقة بكثير من الأسس التي قامت عليها الصروح العلمية والفلسفية، وأعملت معول الهدم في الحواجز التي أدت فيما مضى إلى "تشرذم" النسق الشامل للمعرفة الإنسانية وأحالته إلى جزر علمية منعزلة وفصائل معرفية متفرقة ومتباينة، وهو الوضع الذي أدى ـ بدوره ـ إلى أن نظل نجهل الكثير عن عقولنا وأجسادنا وحواسنا ولغاتنا ونصوصنا، وعن ذاتنا وذوات غيرنا.

إن معرفة الحاضر تواجه الأزمات على جميع الجهات، فعلوم الإنسانيات باتت في مسيس الحاجة إلى منهج جديد يخلصها من تبعيتها المنهجية لعلوم الطبيعيات والتي باتت ـ هي الأخرى ـ تواجه أزمة منهجية لا تقل حدة، والتي تعود أساسا ـ كما ستوضح هذه الدراسة ـ إلى عجزها عن تناول ظاهرة التعقد، والفن ـ والذي هو نوع من المعرفة ـ يواجه أيضا أزمة عنيفة وما أكثر ما واجه الفن من أزمات في الماضي إلا أنها لا تقاس بتلك الأزمات التي فجرتها تكنولوجيا المعلومات في جميع أرجاء منظومة الإبداع الفني: على مستوى المبدع والمتلقي والعمل الفني ذاته (٢ : ٤٩١).

لقد خلصت دراسة حديثة لليونسكو أن الفكر السياسي قد تخلف، وهناك بون شاسع بين خيالنا السياسي وخيالنا العلمي، وبالقطع لم يصب الخمول فكرنا

السياسي دون سواه، ففكرنا الاجتماعي مازال يحوم حول أطـــلال دوركـــايم وماكس فيبر وكارل ماركس، عاجزا عن فهم طبيعة مجتمع المعرفة، وفكرنـــا الاقتصادي مازال أسير "اقتصاد الكازينو" يسعى دون جـــدوى لمــد نمـــوذج اقتصاد عصر الصناعة ليشمل الاقتصاد الجديد، اقتصاد عصر المعلومـــات، وأخيرا وليس آخرا، مازال فكرنا التربوي يقف حائرا غير قادر على استيعاب ما تعنيه نقلة التعلم عن بعد، والتعلم مدى الحياة، فمازال أسير ما خلفـــه لــه تعليم عصر الصناعة ذو طابع إنتاج الجملة، القائم علـــى تجنيـس العقــول وتقييسها standardization، وهو الطابع الذي ينكر على الصغـــار إبداعـــهم، ويخرس أفواه الكبار لينضموا ــ تباعا ــ إلى جحافل الأغلبية الصامتة.

ترتكز نقطة انطلاقنا في هذا الفصل التمهيدي لتناول العلاقة بين تكنولوجيـــا المعلومات وتطور العلم على ثلاث مقولات محورية هما:

- العقل: صانع المعرفة وصنيعتها
- تكنولوجيا المعلومات: صنيعة العقل وصانعته
- العقل العربي: صنيعة سلفه أو صنيعة غيره

١ : ٢ العقـل: صـانع المعرفـة وصنيعتها

١:٢:١ قرن التعقد

أوضح المتغير المعلوماتي مدى عجز عقل إنسان اليوم على التصدي للتعقـــد الشديد الذي أصبح السمة الغالبة لكثير من الظواهر الطبيعيـــة والاجتماعيـــة والنفسية، التعقد بشتى ألوانه: تعقد اللايقين واللاانتظام واللاقرار واللاصفـــاء واللاتوازن، ولا بد لنا هنا أن نضيف لقائمة "اللا" هـــذه "اللاإخـــاء"، والــذي تعددت أسبابه وتجلياته، من صراع الثقافات وصـــدام الحضـــارات وحمـــى التحالفات وتفجر العصبيات، علاوة على هذا الطيف الممتد من فجوات ثنائيـــة الغنى والفقر: فجوات الغذاء والدخل والتعليم والسكن والصحة، وانضمت إليها أخيرا الفجوة الرقمية Digital Divide بسبب الفـــارق فـــي توفـــر مصـــادر المعلومات، وسبل النفاذ إليها، والقدرة على استغلالها.

لقد تركنا القرن التاسع عشر ـ كما يقول إيليا بريجوجين(*) ـ بعالم يزخر باليقين القاطع، يثق ثقة مطلقة في قدرة العلم على حل جميع المشكلات، في حين اتسم القرن العشرين بعالم يسوده اللايقين الذي خلص العلم من ثقته المفرطة، أما القرن الحالي فقد وصفه "ستيفن هوكنج"، عالم الفيزياء النظرية، بأنه "قرن التعقد"، شكل (١:١)، التعقد الذي أغفلته واختزلته وتجنبته معرفة الماضي مما شوه رؤية الإنسان لواقعه ولذاته وللآخرين.

عقد السلوك | عقد المخ

القرن الحادي والعشرون	القرن العشرون	القرن التاسع عشر
قـــرن التعقد	قـــرن عدم اليقين	قـــرن اليقين
ستيفن هوكنج	إيليا بريجوجين	

شكل (١:١): القرن الواحد والعشرون: قرن التعقد

لقد ولى عصر البساطة إلى الأبد، ولا مناص من مواجهة التعقد وجها لوجه، ولا مكان هنا للنظريات العلمية الشاملة والصروح الفلسفية الشامخة، وعلى العلم أن يعيد بناء نفسه بصورة جذرية وبخطى حثيثة حتى يتأهل للقائه الحاسم مع التعقد، فلم تعد لدينا رفاهية الوقت لإرجاء هذا اللقاء، ولا مكان هنا لبرجماتية تقول إن مشكلة مرجأة مشكلة نصف محلولة، وأن حل مشاكل التكنولوجيا هو مزيد من التكنولوجيا وحل أزمات العلم قادم لا محالة ما أن نمهل صانعيه الوقت الكافي لحسم قضاياه المعلقة مع التعقد، فالتعقد سيظل قائما بيننا، وعلى العقل الإنساني أن يستأنس رفقته الدائمة، وأن يداوم على تجديد أدوات صناعته للمعرفة من أجل التصدي له.

(*) عالم الديناميكا الحرارية الحائز على جائزة نوبل.

لقد أيقن الكثيرون أن تجديد الأدوات التي يصنع بها العقل المعرفة يرتبط ارتباطا "عضويا" بالوجه المقابل ونقصد به الكيفية التي تصنع بها المعرفة العقل، وهو ما يتطلب السعي الحثيث لسبر أغوار المخ البشري والآليات الذهنية، ولا غرابة إذن أن يصبح العقد الأخير من القرن المنصرم هو "عقد المخ" وأن يوصف العقد الحالي بكونه "عقد السلوك"، السلوك الذي يوجهه هذا العقل ويتولد عنه.

١:٢:٢ العقل: صانع المعرفة

يفرض الإيقاع المتسارع لدورة اكتساب المعرفة في عصر المعلومات ضرورة النظر إلى صناعة المعرفة كمهمة ذات شقين:

- إنتاج المعرفة الجديدة
- الإحلال المعرفي الدائم

(أ) **إنتاج المعرفة الجديدة:** تختلف معرفة عصر المعلومات عن معرفة الماضي في كثير من خصائصها والتي من أهمها في رأي الكاتب:

- معرفة سريعة دائمة التجدد تحفظ للعقل حيويته وتبقيه قادرا على إحداث المفاجأة.
- معرفة أكثر صلابة من خلال الحوار الفعال بين النظري والتطبيقي، والصلة الوثيقة بعالم الواقع.
- معرفة متخلصة من بقايا الفكر الديكارتي وتركة ثنائياته.
- معرفة لا مكان فيها لـ "قديس إبستيمولوجي" لا يرى العالم، وهو ينشد الخير والحق والجمال، إلا من خلال ثنائيات "الصواب والخطأ"، و"الصدق والكذب"، و"الجميل والقبيح"، معرفة ترى مناطق الرماد والظلال، وتحتفي بالعقول "الضبابية" القادرة على أن تنفذ خلال حجب التعقد المعتمة، وعلى أن تولد علما جسورا يقفز فوق الراهن المستقر، وينتهك السائد الرائج، ويستأنس المشوش والغامض وغير المكتمل.
- معرفة تنهي الخصومة التي أقامها علم الماضي مع الطبيعة. لقد كادت هذه الخصومة تؤدي بعالمنا إلى مدارك التهلكة، وتبدد موارده وتعبث بتوازنه الإيكولوجي وتهدد أمن بشره وأمانهم.

- معرفة صامدة، تعيد الوصال بين العلم وما هو خارجه حتى لا يقع فريسة هوى اقتصاد معصوب العينيين، لا يرى ــ كما نادى أحد عقلائه الحمقى(*) ــ حلا لمشكلة تلوث الهواء إلا بتحويل الهواء إلى سلعة (٢ : ٤٤٥)، وحتى لا تصبح المعرفة أداة في يد سياسة مارقة تؤمن، كما صرح هتلر في "كفاحي"، بأن سياسة بلا سند بيولوجي هي سياسة عمياء، ودعنا نذعن السمع في هذا الشأن لما ورد على لسان جرتشين دايلي رائدة الاقتصاد البيئي: "إذا لم يخط العلم قدما ليساعد في تشكيل السياسة فأنه يجازف بأن يصبح مساره مثل مسار كنيسة العصور الوسطى" (٣ : ٢٠١).
- معرفة تخلصنا من حضارة وصفها البعض بـ "حضارة الانفصال": انفصال الغايات عن الوسائل، والتربية عن التعليم، والنظري عن العملي، والأكاديمي عن المهني، والثقافي عن الاقتصادي، والاجتماعي عن التكنولوجي، والنخبة عن العامة، والمدنية عن الريف، ولغة النحويين عن لغة المتكلمين، ومعظمها يرجع ــ بصورة أو بأخرى ــ إلى انفصال داخل حظيرة العلم ذاته ونقصد به الانفصال بين علوم الطبيعيات وعلوم الإنسانيات.
- معرفة تخلصنا من "بربرية التخصص"، والثنائية الثقافية التي تنخر في نخاعنا الفكري، وتقيم حوائط الأسمنت بين نصفي المخ الأيمن والأيسر، معرفة ترى الفلسفة والعلم والفن والتكنولوجيا في نسق معرفي متكامل ومتفاعل.

تلك كانت خصائص معرفة عصر المعلومات كما يراها الكاتب ولكن الأمر الأهم والأعقد ــ بكثير ــ هو كيف لنا أن نبلغها؟ وهنا يكمن التحدي الحقيقي نظرا للارتباط الشديد بين إنتاج المعرفة والسياق الاقتصادي والسياسي والثقافي المهيمن، خاصة في ظل عولمة طاغية توجه مسيرة تطور المعرفة من منطلق اقتصادي محض يجعل من المعرفة أداة لخدمة مصالح الكبار، وهي قضية تتجاوز بالحتم نطاق هذه الدراسة وقدرة كاتبها ، وقد حدد مهمته

(*) كما وصفهم أمارتا سن، الاقتصادي الهندي العظيم الحاصل على جائزة نوبل عن بحوثه في مجال اقتصاد الفقراء.

بشأنها في إبراز الدور الذي يمكن أن تلعبه تكنولوجيا المعلومات في صناعة المعرفة (الفقرة ١: ٣: ٣)، بالإضافة إلى طرح تصوراته عن خصائص علم عصر المعلومات كما أوردها في الفصل الثالث من هذه الدراسة.

(ب) **الإحلال المعرفي الدائم**: لقد تسارع إنتاج المعرفة الجديدة حتى كاد مسار تطورها يصبح سلسة لامتناهية من القطائع المعرفية: صغيرها وكبيرها، وهو ما يتطلب ــ تبعا لذلك ــ أن تتوازى معها عملية إحلال معرفي تسير بنفس المعدل.

تشمل عملية الإحلال المعرفي عدة مهام أساسية نلخصها فيما يلي:

- التخلص من المعرفة القديمة البائدة؛ فالتمسك بها يعمي البصيرة ويؤدي إلى الجمود في عصر يتسم بالدينامية الهادرة، والربط بين الصالح منها وما يستجد من معارف.
- تقطير المعرفة القديمة من أجل استخلاص حكمتها للاحتفاظ بها كرصيد استراتيجي معرفي لا غنى عنه، فإعلان القطيعة معها لا يعني الإهمال التام لحصادها. إن العلم سيجد نفسه مضطرا، وهو يواجه زخم المشكلات التي تحيط به من كل صوب، أن يداوم التنقيب في ذلك الرصيد الإستراتيجي بحثا عن مناهل جديدة تخرجه من أزماته، ومن الطبيعي أن تكون فلسفة العلم سباقة في تنمية النزعة التاريخية، من خلال استعادة علاقتها الحميمة مع تاريخ العلم (٤ : ١٩).
- سرعة تفنيد وتكذيب الفروض والنظريات العلمية، فمن المتوقع في ظل الحيرة التي يواجهها العقل حاليا أن تتعدد النظريات، وأن تجازف العقول بمغامرات توقع العلم في فخ شبه العلمية quasi-scientific، وكما ستوضح في الفقرة ١: ٥: ٧، تلعب الإنترنت دورا حاسما في الإسراع من عملية التفنيد والتكذيب وزيادة القدرة على الاصطفاء العلمي.

١:٢:١ العقل: صنيعة المعرفة

إن كشف النقاب عن الكيفية التي تصنع بها المعرفة العقل هي "الطريق الملكي" لحل كثير من إشكالياته الراهنة واللاحقة، ويقصد بـ "الكيفية" هنا عديد من الأمور نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر: كيف يستوعب العقل

المفاهيم؟ وكيف يعالج مدركاته الحسية؟ وكيف يقيم عليها، أو بدونها، بناه المعرفية؟ وكيف يحشد قدراته الذهنية لحل المشكلات؟ وكيف تتداعى ذاكرته وكيف تنمو وتخبو؟ وكيف يتضافر وعيه مع لاوعيه وحدسه لتوليد الأفكار وإبداع الجديد؟ وما أكثر الأسئلة، وما أندر الإجابات، فقد حير العقل الفلاسفة عبر القرون، فتارة هو السيد الذي يأتمر الجميع بأوامره، وتارة هو كيان سلبي، مجرد "لوح أبيض" تسجل عليه معارف من سبقوه وخبرة من يعايشونه، وبينما يراه كانط "معملا" لتركيب البنى المعرفية من مدركات الحواس، يراه هيوم "مسرحا" للتصورات وليدة هذه المدركات.

ولنترك رؤى الفلاسفة لننصت إلى حديث المتخصصين، فلدى اللغويين تصبح اللغة ــ لكونها فى نظرهم مرآة الفكر ــ هي مفتاح السر لإماطة اللثام عن العقل، أما التربويون فيرون العقل عجينه رمادية يشكلها التعليم الموجه ويصقلها التعلم الذاتي، في حين يراه علماء فسيولوجيا الأعصاب ساحة ساخنة للعمليات الفيريوكيميائية، أما الاجتماعيون فينوب عنهم شيخهم ابن خلدون، فالعقل لديه هو حصيلة تجربة جماعته مرتبط بسلوكها وهناك في فكر صاحب المقدمة ــ كما يقول العروي ــ مطابقة تكاد تكون تامة بين نمذجة العقل ومورفولوجيا المجتمع (٥ : ٣٤٣)، وأخيرا وبالنسبة لأهل المعلوماتية فكثير منهم يرون العقل آلة هائلة لمعالجة المعلومات، أو شبكة اتصالات كثيفة من المعالجات الميكروية تتقاسم مهمة القيام بالعمليات الذهنية.

لم يختلف الفلاسفة والعلماء حول أمر ما قدر اختلافهم حول معضلة العقل؛ فتشتتوا فرقا وأحزابا إلى أن أيقنوا أخيرا أن لا حل لهذه المعضلة ــ إن جاز لها أن تحل ــ إلا بتضافر الجميع: فلاسفة وبيولوجيين وفسيولوجيين ونفسيين واجتماعيين وتربويين، وانضم إليهم أخيرا مهندسو الذكاء الاصطناعي، وهو ما سنتناوله بمزيد من التفصيل في فقرتنا القادمة.

١ : ٣ تكنولوجيا المعلومات: صنيعة العقل وصانعته

١:٣:١ عن طبيعة العلاقة بين تكنولوجيا المعلومات والعقل

نظرا للدور الخطير الذي تلعبه تكنولوجيا المعلومات في مسيرة تطور العلم، نستسمح القراء بحديث يخوض قليلا في بعض جوانبها الفنية وجدها الكاتب تمهيدا ضروريا لما يلي من حديث، وقد تحاشى بقدر الإمكان متاهة المصطلحات مركزا على المفاهيم المحورية.

علاقة العقل بتكنولوجيا المعلومات علاقة انعكاسية، وخير شاهد عليها هو استعارة المجاز الشائع التي تجعل من الكمبيوتر عقلا إلكترونيا، والعقل كمبيوترا بشريا، وفي هذا الانعكاس الاستعاري تصبح ثنائية المخ والعقل مناظرة لثنائية العتاد hardware والبرمجيات software. لقد أخذ كثيرون هذه الاستعارة مأخذ الجد حيث يسعى فلاسفة العقل إلى "تطبيعه"(*)، وتتطلع فلسفتهم العصبية ـ كما تسمى أحيانا ـ إلى بناء نظرية موحدة للمخ والعقل، تختزل في إطارها العمليات العقلية إلى عمليات مخية، وتستحيل مفاهيم "السيكولوجية الفلكلورية" المستقرة في الأعماق مثل العاطفة والذاكرة والتعلم والوعي إلى مفاهيم علمية عصبية "neuro-scientific"، وينظر إلى عمليات التفكير cognition في نموذجهم الوظيفي للعقل على أنها عمليات حوسبة يتم تطبيقها على التمثيلات المعرفية التي يمكن تحديد أشكالها ومناطق القيام بها داخل المخ، وفي رأي هؤلاء إن ثنائية العقل والمخ هي صدى لثنائية الروح والجسد، وهم يؤكدون أن فلسفة العقل لن تعود ثانية إلى تبني هذه الثنائية من بقايا مخلفات ميتافيزيقية ولغوية قديمة من ميراثنا الديكارتي العتيق(٦). في مقابل نزعة "تطبيع" المخ هذه، هناك من يرى استحالة اختزال وظائف المخ العليا إلى مجرد وظائف بيولوجية يتم تنفيذها من خلال العمليات الكهروكيميائية، وأي دراسة للعقل لا تتصدى لإشكالية الوعي على أساس كونه ظاهرة لامادية هو توجه محكوم عليه بالفشل مسبقا.

* تطبيع من الطبيعة

يميل أهل الذكاء الاصطناعي إلى اختزال أعضاء الجهاز العصبي ووظائفه في هيئة الآلات؛ فالعين آلة تصوير، والذاكرة آلة تسجيل، والذهن آلة حوسبة. لقد أثبتت البحوث الحديثة خطأ مثل هذه التصورات، وأبرزت العديد من أوجه الاختلاف الأساسية بين الأعضاء البيولوجية ونظائرها الآلية، وكما يقول كلود شانون صاحب نظرية المعلومات، إن فهم المخ الإنساني بصورة أعمق لن يتأتى من خلال البحث عن أوجه التشابه بين المخ والكمبيوتر، بل من خلال دراسة أوجه الاختلاف بينهما، والتي سنتناول بعضا منها بإيجاز فيما يلي:

- **من حيث البنية:** لا يمكن تطوير كمبيوتر يماثل التعقد الهائل لبنية المخ البشري المكون من تريليون خلية عصبية neurons وألف تريليون من عناصر التشبيك العصبية synapes التي تربط بينها، وفي المقابل لا يمكن اختزال المخ إلى آلة هائلة لمعالجة المعلومات تقوم على ثنائية الصفر والواحد، فالخلايا العصبية لا تعمل بهذه البساطة التي تتردد فيها بين حالتين لا ثالث لهما، فهي تظهر حساسية متفاوتة للغاية للإشارات الكهروكيميائية ، ومن ثم تجاوبا متباينا للمدركات الحسية، وللحديث بقية في الفقرة ٢: ٧: ٨.
- **من حيث السرعة:** تعمل عمليات المخ والذاكرة بوحدة الميللي ثانية (واحد على ألف من الثانية) في حين يعمل الكمبيوتر بوحدة النانوثانية (واحد على ألف مليون من الثانية) أي بسرعة تقارب مليون مرة سرعة المخ البشري، ويعوض المخ البشري بطئه النسبي في معالجة المعلومات بكثافة بنيته الشبكية الشديدة التشعب، وبكفاءته العالية في معالجة المعارف والمفاهيم التي عادة ما تتسم هي الأخرى بتشعبها الشديد.
- **من حيث الذاكرة:** لا توجد حدود لتوسيع ذاكرة الكمبيوتر، على عكس الذاكرة البشرية المحدودة والتي تعمل في ظل قيود فسيولوجية وبيولوجية. من جانب آخر، تتسم عناصر ذاكرة الكمبيوتر بأنها تعمل بصورة ثابتة ومستقرة، في حين تخبو الذاكرة البشرية وتموت الخلايا العصبية، في المقابل تتميز الذاكرة البشرية بمرونة ودينامية في تفاعلها مع العمليات الذهنية، وهو ما يوفر طرقا مركبة لتخزين المعلومات واستدعائها من الذاكرة تفوق بكثير تلك المستخدمة في النظم الآلية

لاسترجاع المعلومات التي مازالت تعمل بأسلوب "صناديق البريد"؛ ويكفي هنا أن نشير إلى أسلوب تداعي الذاكرة البشرية الذي يسمح بتشعب وانتشار عمليات البحث داخلها، وسرعة الوصول إلى ما تختزنه من معلومات ومفاهيم، وإقامة الروابط بينهما.

وبرغم هذه الفروق بين الكمبيوتر والعقل سيظلان يتقاربان في ظل علاقة تكامل يكمل فيها كل طرف ما ينقص الآخر، وستظل تكنولوجيا المعلومات تلوذ بالعقل ليوفر لها الزاد المعرفي اللازم لمسيرة تطورها، وهو الزاد الذي سيزداد طلبها عليه كلما ارتقت هذه التكنولوجيا واتسع انتشارها وانصهارها في الكيان المجتمعي، وتؤكد ذلك قائمة العلوم الأساسية المغذية للجيل السادس للكمبيوتر والتي تعد مزيجا من علوم الطبيعيات والإنسانيات حيث شملت المنطق وعلم النفس واللغويات وعلم وظائف الأعضاء والفيزياء، وفي المقابل ستزداد حاجة العقل الإنساني لتكنولوجيا المعلومات لتمد له يد العون لانتشاله من أزماته، فهي أداته الطيعة لمواجهة التعقد، ووسيلته المثلى لرؤية الواقع الماثل، واستشراف ملامح المستقبل القادم.

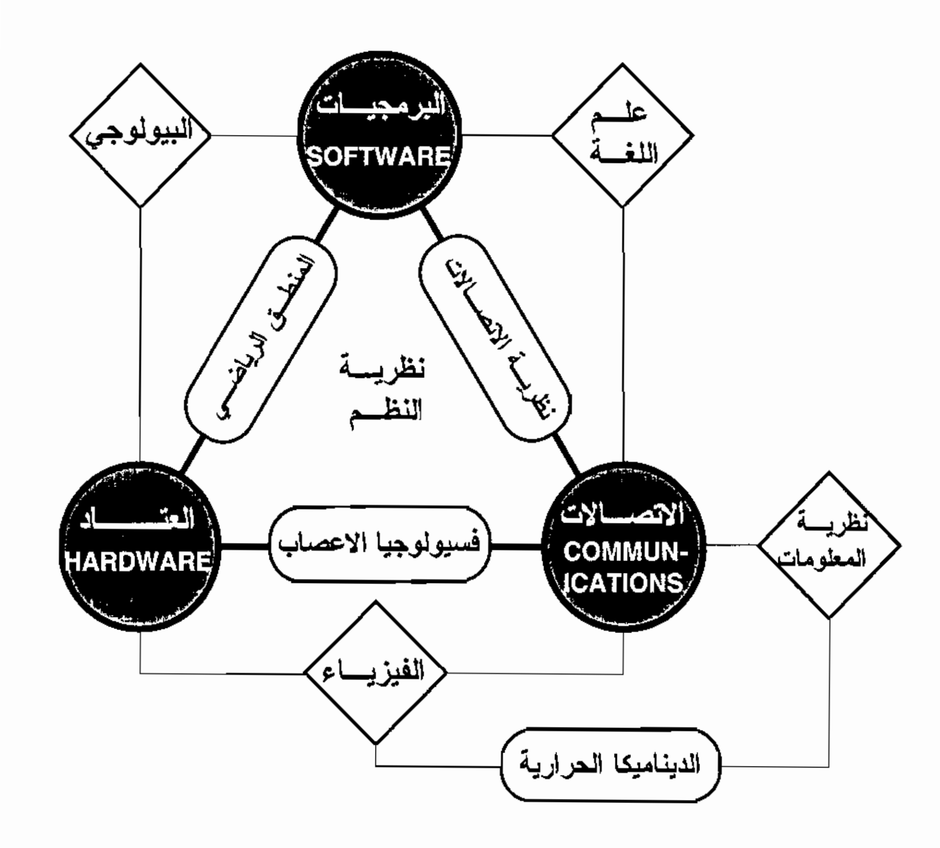
ومما لا شك فيه أن علاقة العقل بتكنولوجيا المعلومات متضافرة مع التكنولوجيا الحيوية هي أكثر العلاقات العلمية-التكنولوجية إثارة، وهي التي ستقرر مصير المجتمع الإنساني، ولا نبالغ إن قلنا بل مصير الإنسان نفسه؛ وللحديث بقية في الفقرة ١: ٣: ٣ ــ بند (ب).

١:٣:٢ تكنولوجيا المعلومات: صنيعة العقل

فاقت مساهمة العقل في تكنولوجيا المعلومات، وبكثير، مساهمته فيما سبقها من تكنولوجيات، ويكفي هنا دليلا على ذلك أن تكنولوجيا المعلومات قد خصت العقل بصورة سافرة ــ ولأول مرة ــ بشق تكنولوجي خاص به، ونقصد به الشق الذهني المتمثل في البرمجيات، وبينما شهدت الأجيال الأولى للكمبيوتر سيطرة الشق المادي على الشق الذهني إلا أن الارتقاء الحالي بالكمبيوتر من آلة لمعالجة البيانات والمعلومات إلى آلة لمعالجة المعارف قد قلب العلاقة رأسا على عقب، وأصبح الشق الذهني هو صاحب الكلمة العليا في منظومة تكنولوجيا المعلومات.

من أجل مزيد من تحديد مساهمة العقل في تطوير تكنولوجيا المعلومات يلخص شكل (١ : ٢) النسق العلمي لثلاثية العناصر الرئيسية المكونة لها وهي:

- العتاد hardware
- البرمجيات software
- الاتصالات communications



شكل (١ : ٢) مجموعة العلوم التي استندت إليها ثلاثية تكنولوجيا المعلومات

ويتضمن النسق المذكور ــ كما يوضح الشكل ــ العلوم الأساسية التي قامت عليها هذه التكنولوجيا (والتي رمز لها بشكل المعين)، والتي تشتمل أساسا على: الفيزياء[*] والبيولوجي وعلم اللغة ونظرية المعلومات، ويتضمن كذلك العلوم البينية التي تربط بين ثلاثية العناصر الرئيسية وهي: المنطق الرياضي وفسيولوجيا الأعصاب ونظرية الاتصالات.

* تشمل الفيزياء هنا فيزياء الكم والكهرو مغناطيسية والإلكترونيات وفيزياء المواد الصلبة

(أ) **العتاد**: يتم بناء عتاد الكمبيوتر، إلى وقتنا هذا، من عناصر فيزيائية من أشباه الموصلات semi-conductors وشرائح بلورات السيليكون. مع زيادة سرعة الكمبيوتر أوشكت الفيزياء أن تبلغ حدودها القصوى، وذلك بسبب ما يعرف بـ "الحاجز الحراري"، حيث ترتفع درجة الحرارة كلما زادت سرعة الإلكترونات داخل شرائح السيليكون مع زيادة سرعة الحوسبة مما يسبب تدهور أدائها، وما أن عجزت الفيزياء حتى أدار مصممو الكمبيوتر وجوههم صوب البيولوجي، وهم يحاولون حاليا تصميم وحدة بناء أساسية جديدة له، تجمع ما بين السيليكون والعناصر الحيوية فيا يعرف بـ "البيوسيليكون Biosilion"، مستغلين في ذلك أن العناصر البيولوجية تتميز بسعة ضخمة للغاية لتخزين البيانات وسرعة هائلة لمعالجتها، ويكفي هنا أن نواة الخلية المتناهية الصغر تحمل بداخلها بلايين الحروف البيولوجية، والتي يتم معالجتها بسرعات هائلة تقدر بوحدة "الفيمتوثانية" خلال التفاعلات الكيميائية لتكوين جزئيات البروتين من ذرات مواد ذلك "الحساء الكيميائي" المحيط بنواة الخلية.

هذا عن لبنة البناء الأساسية لعتاد الكمبيوتر، أما عن معماريته فيسعى مهندسوه حاليا إلى تطويرها لتحاكي بنية المخ البشري في لامركزيتها الهائلة وتوازي قيامها بالمهام الذهنية، والأهم من ذلك مضاهاة مرونتها الهائلة في التكيف ذاتيا، وتعويض ما يفقد نتيجة موت الخلايا العصبية، والتغاضي عن الأخطاء.

(ب) **البرمجيات**: استندت البرمجيات منذ نشأتها على علم اللغة ورياضياتها من أجل تطوير لغات البرمجة التي يتوقف مدى ارتقائها على مدى محاكاتها لمرونة اللغات الطبيعية (الإنسانية)، وقدراتها التعبيرية وليونتها المنطقية. إن تطور علاقة البرمجيات مع اللغة يمهد لمزيد من تعاملها مع علوم الإنسانيات باعتبار اللغة هي ركيزة العلوم الإنسانية بلا منازع، وهو التعامل الذي ستزداد الحاجة إليه مع تنامي التوجه الاجتماعي الثقافي لتطبيقات تكنولوجيا المعلومات، من قبيل: البرمجيات التعليمية edu-ware، والتطبيقات الثقافية culture-ware.

ومثلها مثل العتاد، تتوجه البرمجيات هي الأخرى صوب البيولوجي، حيث تتبنى حاليا ما يعرف بأسلوب "البرمجيات العضوية object-oriented programming" على تكوين البرامج من عناصر برمجية صغيرة مستقلة بذاتها، وبياناتها الخاصة بها يمكن تشبيهها بالخلايا البيولوجية، حيث تتضافر هذه "الخلايا البرمجية" لتكوين "الأعضاء" البرمجية الأكبر وصولا إلى "الكائن المكتمل"، ألا وهو البرنامج. هذا من حيث تنظيمها العام، أما من حيث الخوارزميات الأساسية التي تستخدمها البرمجيات لحل المشكلات فهي تتجه هي الأخرى بصورة أعمق صوب البيولوجي، ونشير بذلك إلى استخدام ما يعرف حاليا بـ "بالخوارزميات الوراثية genetic algorithms"، وندين هنا للقارئ غير المتخصص بتعريف موجز لمفهوم "الخوارزمية" والتي تمثل جوهر برامج الكمبيوتر.

الخوارزمية هي فكرة محورية مصوغة في مجموعة من الخطوات التي يتم اتباعها لحل مشكلة ما، ولكل نوعية من المشكلات خوارزمية، أو أكثر، لحلها، ويتم تنفيذ التسلسل الخوارزمي خطوة تلو خطوة، وكل خطوة تبدأ من حيث انتهت الخطوة السابقة عليها، وهذا هو سر القوة الخوارزمية في حل المشكلات، وهو الحل الذي يفترض معرفة جميع الحالات التي يمكن أن ترد عليها المشكلة، وكذلك معرفة مسبقة وقاطعة بكيف يمكن حل المشكلة والنتائج المتوقعة من حلها، وهو وضع مثالي لا يتوفر في حل كثير من المشكلات حيث يصعب حصر الحالات التي ترد بها، أو معرفة كيفية الحل مسبقا، ولهذا ابتكر أسلوب الخوارزميات الوراثية، والتي تتبنى مفاهيم نظرية التطور، كما وضعها داروين، كالطفرات وتوارث السمات والانتخاب الطبيعي القائم على مبدأ البقاء للأصلح، وذلك من أجل إكساب برامج الكمبيوتر القدرة على التعلم ذاتيا من خلال تفاعلها مع معطيات المشكلة رهن الحل أسوة بتكيف النظم البيولوجية مع البيئة. إن البرمجة الوراثية تنتخب ـ طبيعيا ـ من ضمن احتمالات عديدة مسارات الحلول ذات القدرة الأعلى على حل المشكلة، فهي تعمل على أساس التجاوب إيجابيا مع إشارات الدخل القوية، وإحباط الضعيفة منها، لينبثق الحل تدريجيا عن طريق طفرات تطرأ على هذه الآلية يكون البقاء فيها للأصلح، والأصلح هنا هو الأقرب لتوليد النتائج

المتوقعة وفقا لعينة المدخلات التي تغذى بها هذه الآلية في مرحلة تعلمها learning phase.

(ج) **الاتصالات:** اعتمدت الاتصالات على الفيزياء ــ أصلا ــ حيث يتم تبادل المعلومات عبر الأسلاك النحاسية في صورة نبضات كهربية، أو عبر الألياف الضوئية في صورة "فوتونات" ضوئية، أو عبر الأثير في صورة موجات كهرومغناطيسية، هذا عن الشق المادي للاتصالات الذي يركز على وسيلة نقل البيانات لا ماهية الرسالة التي يتم تبادلها، وهنا يأتي دور نظرية المعلومات كما أسس لها كلود شانون والتي مكنت من قياس كمية المعلومات التي تحملها الرسالة المتبادلة بغض النظر عن معناها، وإذا ما انتقلنا من الاتصالات إلى المفهوم الأشمل للتواصل يبرز لنا دور اللغة بوصفها أداة التواصل الأساسية والسبيل إلى الكشف عن معنى الرسالة.

من وجهة النظر الهندسية، تحتل نظرية النظم ــ كما يوضح الشكل ــ موقع القلب من منظومة العلوم المساندة لثلاثية العناصر المكونة لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، فهي تمثل الأساس المنهجي الذي تشترك فيه نظم العتاد ونظم البرمجيات ونظم الاتصالات.

يكفي ما سبق عن مساهمة العلم المباشرة في كل من تطوير العناصر الثلاثة المكونة لتكنولوجيا المعلومات، أما مساهمته في تطوير العلاقات البينية بين هذه العناصر فهي لا تقل أهمية، وهي بالحتم أكثر إثارة وعمقا وسنتناول فيما يلي بإيجاز ثلاثية العلاقات البينية وهي:

- علاقة العتاد بالبرمجيات
- علاقة البرمجيات بالاتصالات
- علاقة العتاد بالاتصالات

(أ) **علاقة العتاد بالبرمجيات:** يمثل المنطق الرياضي الأساس النظري للكمبيوتر، سواء عتاده أو برمجياته، ويقوم المنطق الرياضي على الجبر البولياني Boolean algebra، نسبة إلى جورج بوول الذي أقامه على نظام الأعداد الثنائي القائم على ثنائية الصفر والواحد. تقوم هذه الثنائية، التي تمثل "بذرة" نظام الأعداد، بدور همزة الوصل بين المادي واللامادي، حيث يمكن تجسيدها ماديا، لكونها مكونة من عنصرين لا ثالث لهما، وذلك باستخدام عناصر فيزيائية من ذوات الحالتين bi-state

كحالتي المغنطة أو عدم المغنطة بالنسبة للمواد المعدنية، وحالتي توصيل الإشارة الكهربية أو قطعها بالنسبة لأشباه الموصلات، وحالتي الوصل أو الفصل بالنسبة للمفاتيح الكهربية.

(ب) **علاقة البرمجيات بالاتصالات:** تقوم هذه العلاقة حاليا على نظرية الاتصالات التي تقوم -بدورها- على نظرية المعلومات، فعلى جانب الاتصالات يتم تطبيق النموذج القائم على ثلاثية: المستقبل والمرسل وقناة الاتصال التي تربط بينهما، وعلى جانب البرمجيات يتنامى التوجه حاليا لبناء البرامج من عناصر برمجية صغيرة يتم التفاعل فيما بينها عن طريق تبادل الرسائل، تبادل معطيات الدخل والخرج، وكذلك القرارات التي تتخذها العناصر البرمجية منفردة، وهي القرارات التي يمكن أن تؤثر على قرارات، أو أداء، عناصر برمجية أخرى.

(ج) **علاقة العتاد بالاتصالات:** تمثل فسيولوجيا الأعصاب رابطة العقد بين العتاد والاتصالات فكلاهما يصبو حاليا لمحاكاة بنية المخ البشري سواء في معمارية بناء عتاد الكمبيوتر، كما أوضحنا أعلاه، أو في تصميم البنية الشبكية لنظم الاتصالات.

هذا عن الاتصالات، أما عن التواصل فالأمر أكثر عمقا وغموضا، وعلى ما يبدو سيكون لفسيولوجيا الأعصاب نصيبها الوافر منه.. فالتواصل ــ في جوهره ــ قائم على كيف يقرأ الإنسان عقول غيره، وما يرتبط بذلك من نمو وعيه الذاتي من خلال الوعي بالآخر، لقد أثبتت الاكتشافات الحديثة لفسيولوجيا الأعصاب وجود ما يسمى بالخلايا العصبية المرآتية mirror neurons(*)، والتي تمثل أساس القدرة الذهنية على قراءة عقول الآخرين على المستوى الميكروي، حيث تنعكس على هذه المرايا البيولوجية صورة الآخرين وسلوكهم (١٥: ٣-٢).

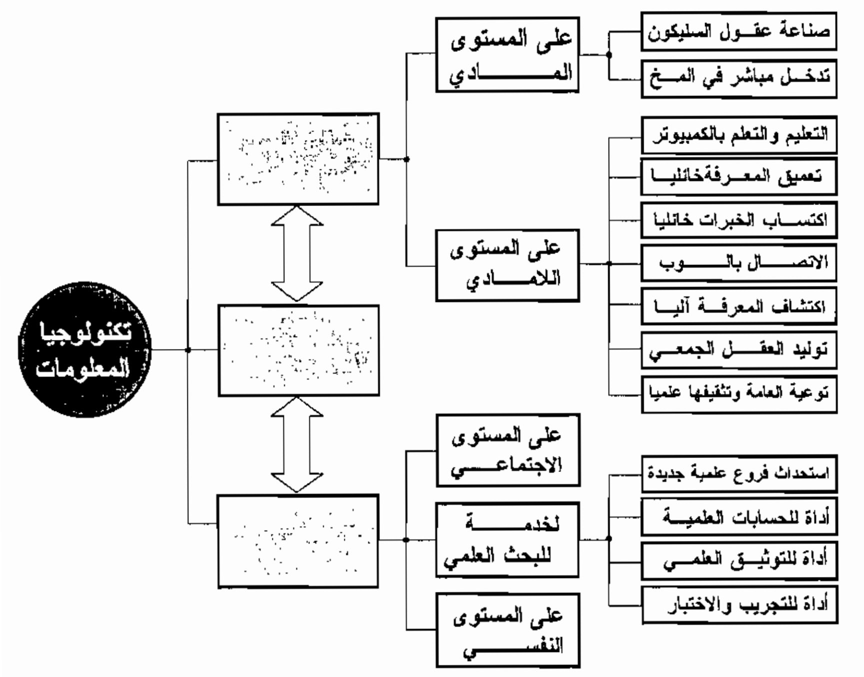
بقى لنا في شبكة العلوم المساندة لتكنولوجيا المعلومات كما هو وارد في شكل (١ : ٢)، تناول العلاقة بين الفيزياء ونظرية المعلومات والتي مثلت الديناميكا الحرارية همزة الوصل بينهما، فقد استخدمت نظرية المعلومات مفهوم "الإنتروبي entropy" لقياس كمية المعلومات، وهو نفس المفهوم الذي استخدمته الديناميكا الحرارية لقياس مدى اللاانتظام الذي

* فضلنا "المرآتية" كصفة منسوبة من مرآة عن "مرآئية" وذلك بالرغم من عدم قياسيتها لاستساغتها.

تؤول إليه النظم الفيزيائية إن تركت وشأنها دون تدخل خارجي يعوض ما تفقده من انتظام، والإنتروبي: حراريا أو معلوماتيا، يقوم على نظرية الاحتمالات حيث تزداد كمية المعلومات كلما كان وقوع الحدث أقل احتمالا، فأحداث الحادي عشر من سبتمبر -على سبيل المثال- تتضمن كمية معلومات هائلة حيث كان احتمال وقوعها ضعيفا جدا، وعلى النقيض من ذلك فاستخدام الولايات المتحدة لحق الفيتو لصالح إسرائيل أصبح لا يتضمن أي قدر من المعلومات لكونه من قبيل الأمور المؤكدة (نسبة احتمال وقوعه ١٠٠%).

١:٣:٣ تكنولوجيا المعلومات: صانعة العقل

تسهم تكنولوجيا المعلومات في "صناعة" العقل(*) بسبل عديدة يضاف إليها كل يوم جديد، خاصة بعد تضافرها مع التكنولوجيا الحيوية. يلخص شكل (١ : ٣) تصور الكاتب عن المسارات المختلفة التي تسلكها تكنولوجيا المعلومات في صناعة العقول، بشرية وآلية، في ضوء ما يجري حاليا، وعلى المدى القريب، وهو أقصى ما يمكن التكهن به في هذا المضمار الشديد الديناميكية الزاخر بالمفاجآت والثورات العلمية والتكنولوجية.



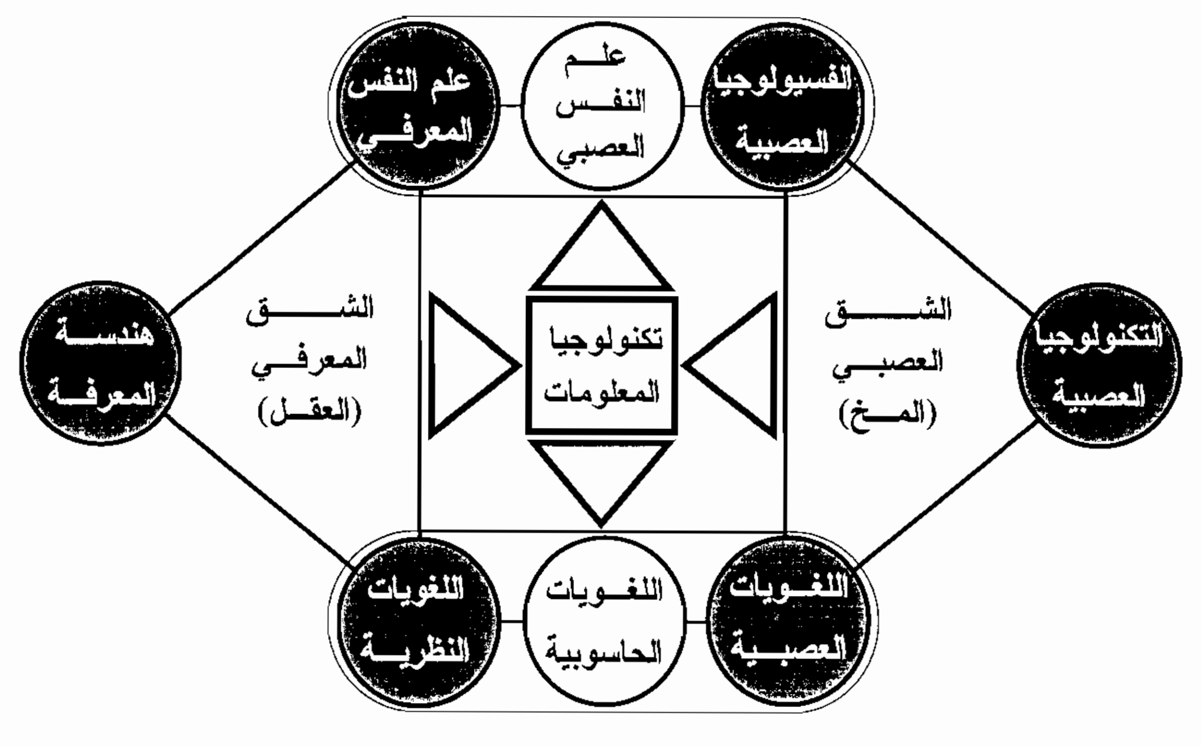
شكل (١ : ٣) مسارات صناعة تكنولوجيا المعلومات للعقول : بشرية وآلية

(*) ربما لا يستسيغ البعض استخدامنا لمجاز "الصناعة" هنا، ولكننا لم نجد بديلا له للتعبير عن مفهوم أساسي تركز عليه الدراسة الحالية بتدول العلاقة بين عقول البشر وعقول الآلات الاصطناعية.

كما يوضح الشكل هناك ثلاثة مسارات أساسية لكيف تصنع تكنولوجيا المعلومات العقل:

- من خلال مساهمة تكنولوجيا المعلومات في دراسة المخ
- من خلال وسائل مباشرة لصناعة العقل
- من خلال وسائل غير مباشرة لصناعة العقل

(أ) **مساهمة تكنولوجيا المعلومات في دراسة المخ:** إشكالية "المخ-العقل" سواء عولجت من منظور أحادي يوحد بينهما، كما هو الحال لدى فلاسفة العقل الطبيعيين، أو منظور ثنائي كما يرى معارضوهم من المتشبثين بعدم إمكانية اختزال وظائف الذهن العليا، وعلى رأسها الوعي، إلى مجرد نتاج لعمليات مخية محضة، سواء هذا أو ذاك يظل بالإمكان تناول إشكالية المخ-العقل كما يوضح شكل (١ : ٤) ــ في إطار نسق إبستيمولوجي مكون من شقين: الشق العصبي (المادي) الذي يختص بعمليات المخ الدنيا كمعالجة المدركات الحسية، والشق المعرفي (اللامادي) الذي يختص بعمليات الذهن العليا من قبيل الوعي والتفكير والخيال وطيف العواطف من الميول وأشكال النفور.



شكل (١ : ٤) النسق المعرفي لتناول إشكالية المخ-العقل

يقوم الشق العصبي على ثلاثة علوم أساسية هي:

- الفسيولوجيا العصبية neuro-physiology
- اللغويات العصبية neuro-linguistics
- التكنولوجيا العصبية neuro-technology

ويقوم الشق المعرفي هو الآخر على ثلاثة علوم أساسية يمكن اعتبار كل منها، بصورة أو بأخرى، بمثابة المقابل المعرفي لكل من العلوم العصبية المذكورة عالية، كما هو موضح أدناه:

- علم النفس المعرفي cognitive psychology وهو بمثابة النظير اللامادي للفسيولوجيا العصبية.
- علم اللغويات النظرية theoritial linguistics وهو بمثابة النظير اللامادي للغويات العصبية.
- هندسة المعرفة knowledge engineering وهي بمثابة النظير اللامادي للتكنولوجيا العصبية، بصورة تقريبية في الوقت الراهن، وبصورة أكثر تقاربا مع ارتقاء كلا النظيرين علميا في المستقبل.

يزيد من تماسك هذا النسق المعرفي وجود حلقات علمية للربط بين شقيه، فكما يوضح الشكل، يقوم علم النفس العصبي neuro-psychdogy بدور الوسيط بين الفسيولوجيا العصبية وعلم النفس المعرفي، في حين يقوم علم اللغويات الحاسوبية بدور الوسيط بين اللغويات العصبية واللغويات النظرية.

وتكنولوجيا المعلومات مؤهلة، دون سواها، لتصبح رابطة العقد بين هذين الشقين (العصبي، والمعرفي) لتناول إشكالية المخ-العقل، وذلك يرجع لتفردها ــ بحكم طبيعتها ــ في التعامل مع المادي واللامادي، وهي، أي تكنولوجيا المعلومات، تقدم الدعم بدرجات متفاوتة ــ كما ستوضح أدناه ــ لكل فروع النسق الإبستيمولوجي المذكور بوسائل تكنولوجية عديدة تأتي في مقدمتها:

- هندسة الذكاء الاصطناعي AI: Artificial Intelligence
- نظم المحاكاة SM: Simulation
- تكنولوجيا الواقع الخائلي VR: Virtual Reality

- **الفسيولوجيا العصبية:** تدرس الفسيولوجيا العصبية كيف تتم معالجة المثيرات الحسية داخل المخ من خلال العمليات الفيزيوكيميائية، وهي تتلقى دعما حاليا من بيولوجيا الخلية بغية اكتشاف العناصر الجينية التي تتحكم في وظائف المخ الفسيولوجية، تقدم تكنولوجيا المعلومات دعمها للفسيولوجيا العصبية من خلال نظم الرؤية الصناعية ومحاكاة العمليات الفسيولوجية لوظائف المخ وذلك على سبيل المثال لا الحصر.
- **اللغويات العصبية:** تتكفل اللغويات العصبية بالجوانب التي تخص اللغة من الفسيولوجيا العصبية، والتي تتضمن معالجة إشارات الكلام والسمع وتحديد مناطق توليد الكلام وفهمه داخل الدماغ، وعلاقة ذلك بالجهاز الحركي فيما يتعلق بجهاز النطق ــ مثلا ــ من حيث تحريك الشفاه واهتزاز الاحبال الصوتية والتحكم في عضلات الوجه وما شابه، وتدرس اللغويات العصبية كذلك التنظيم العصبي للقدرات اللغوية الخاصة بتوليد اللغة وفهمها، والقيود الفسيولوجية المتعلقة بذلك من مثل: أقصى طول للجمل وأعلى مستوى من درجات تعقدها التركيبي يمكن للذهن تحمله. تقدم تكنولوجيا المعلومات دعما كبيرا للغويات العصبية ويشمل ذلك على سبيل المثال لا الحصر: نظم تمييز الكلام وفهمه آليا، ونظم توليد الكلام وتنغيمه آليا، وبرامج قياس قدرات العقل في التعامل مع اللبس والغموض اللغويين.
- **التكنولوجيا العصبية:** وقد أصبحت أداة لا غنى عنها في بحوث المخ، وهي تقوم ــ أساسا ــ على تكنولوجيا المعلومات، خاصة فيما تتعلق بنظم معالجة الصور التي تميز أنماطها وتوليدها، مسطحة أو مجسمة، ويمكن من خلال راسمات المخ حاليا التقاط صور تسجل لقطات متتالية ثابتة snapshots، أو صورا متحركة للمخ وهو يعمل، علاوة على إمكانية تتبع الإشارات الكهروكيميائية خلال سريانها داخل شبكة الجهاز العصبي، ومن المتوقع أن يحدث اندماج تكنولوجيا المعلومات مع التكنولوجيا الحيوية ثورة على صعيد التكنولوجيا العصبية تمكنها من النفاذ إلى مستويات أعمق لدعم دراسات المخ عمليا ونظريا.
- **علم النفس المعرفي:** ينشغل علم النفس المعرفي بفهم السلوك العقلي للإنسان، ودراسة الجوانب النفسية لاكتساب المعرفة وتوظيفها، وعلاقة

المعرفة بالنضوج النفسي لدى الأطفال كما يتضح ذلك لدى جان بياجيه، وذلك من خلال التحليل العلمي لعمليات الذهن البشرية كالوعي والإدراك ووظائف الذهن العليا كالتعليم وقدرة حل المسائل والحكم على الأمور والتبرير العقلي للظواهر وما شابه، وترتبط بذلك دراسة بنية الذاكرة، ومستوياتها المختلفة: ذاكرة المدى القصير وذاكرة المدى الطويل، وما يتبع ذلك من أمور التركيز والتشتت الذهني. تقدم تكنولوجيا المعلومات، من خلال نظم الذكاء الاصطناعي أساسا، دعما متنوعا لعلم النفس المعرفي وذلك من خلال محاكاة هذه النظم للوظائف الذهنية، واستخدام البرامج لمحاكاة الأساليب المختلفة لحل المشكلات، والاستفادة من نظم الروبوت الناطق السامع كمعمل اختبار لكيفية اكتساب المهارات اللغوية، وبصورة إجمالية، ستوفر تكنولوجيا المحاكاة الرقمية وسائل عديدة لدعم النماذج المعرفية المختلفة لدراسة المخ والتي من أشهرها: النموذج القياسي، والنموذج الشبكي، والنموذج الرمزي، ولا يتسع المجال هنا لمزيد من التفصيل.

بجانب ذلك تسهم تكنولوجيا الواقع الخائلي بتعميق وعينا بذاتنا وبغيرنا من خلال قيامها بدور المعمل "الأنطولوجي" لممارسة الحياة في الفضاء الخائلي بصورة أقرب ما تكون لعالم الواقع مما يشحذ رؤيتنا لهذا الواقع، ولا يقتصر ذلك على معرفتنا بوعينا بل يمتد إلى اللاوعي أيضا، فنتيجة ممارستنا للحياة في عوالم الواقع الخائلي، بلا خوف وبلا خجل، تطفو خبايا اللاوعي على السطح وقد تحرر من قيود النفس والجسد وضغوط المجتمع.

- **اللغويات النظرية:** توصف اللغويات النظرية، وتفسر، البنى اللغوية المختلفة: الصرفية والنحوية والدلالية، وتركز على العلاقة اللغوية المحورية التي تربط بين المعنى اللغوي وكيفية التعبير عنه نحويا وصوتيا، والتي أبرزها تشكومسكي في نموذجه القائم على ثنائية البنى العميقة التي تتشكل داخل المخ والبنى السطحية التي تتبدى البنى العميقة على هيئتها في صورة التراكيب النحوية ومقابلها المنطوق. تنشغل اللغويات النظرية أيضا بعملية اكتساب الأطفال للغتهم الأم، ووفقا للنموذج

الذهني لتشومسكي فنحن نولد بـ"غريزة" لغوية في صورة ما أطلق عليه مصطلح "النحو العام universa grammar" الذي تشترك فيه جميع اللغات الإنسانية والذي يتم تطويعه للمطالب الخاصة باللغة الأم من خلال تعامل الأطفال المباشر معها. تقدم تكنولوجيا المعلومات نطاقا واسعا من أشكال الدعم للغويات النظرية نذكر منه على سبيل المثال لا الحصر: المعالجات الصرفية الآلية، ونظم الإعراب الآلي، وقواعد البيانات المعجمية، علاوة على استخدام نظم الترجمة الآلية كمعمل اختبار للدراسات اللغوية المقارنة.

- **هندسة المعرفة:** تسعى هندسة المعرفة لتطوير أساليب منهجية للتعامل مع المعرفة وطرق اكتسابها المباشرة وغير المباشرة، من قبيل الشبكات الدلالية semantic nets التي تقوم بتمثيل المعرفة في هيئة مخططات من المفاهيم التي تندمج وتتفرع وتصب في بعضها البعض لتجسد البينة المعرفية للنصوص وما عداها من وسائل التواصل الأخرى.

تقدم تكنولوجيا المعلومات دعما مباشرا لهندسة المعرفة ويشمل ذلك على سبيل المثال لا الحصر: نظم الفهم الأتوماتي للنصوص، قواعد المعارف knowledge bases، النظم الخبيرة expert systems.

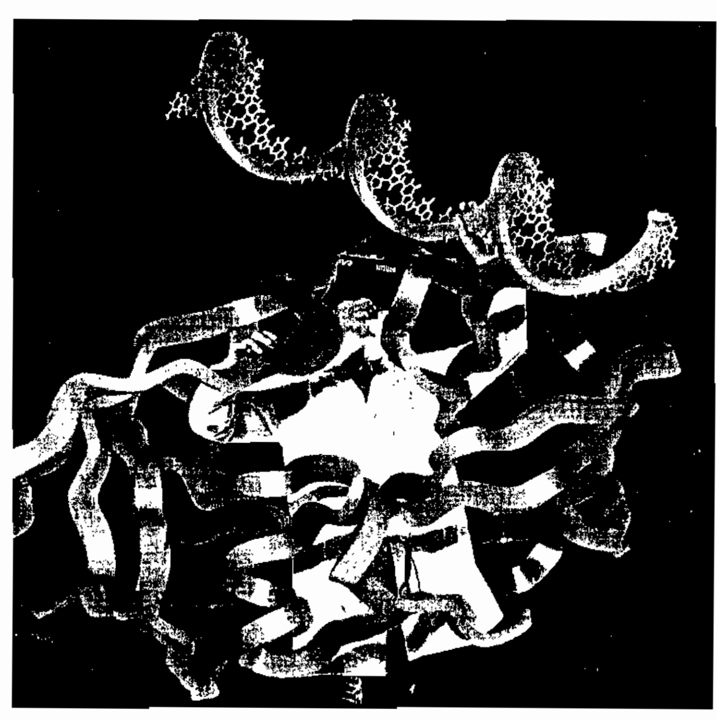
(ب) وسائل مباشرة لصناعة العقل: تقوم تكنولوجيا المعلومات بصناعة العقل مباشرة من خلال عدة وسائل على كلا المستويين اللامادي والمادي

أولا: صناعة تكنولوجيا المعلومات للعقل على المستوى اللامادي

- **التعليم والتعلم بواسطة الكمبيوتر:** وتشمل نطاقا واسعا من وسائل تقديم المادة التعليمية، ومن أهمها تكنولوجيا الوسائط المتعددة multi-media، ونظم المحاكاة ونظم الواقع الخائلي، ووسائل تنمية مهارات التعلم الأساسية، وتشمل على سبيل المثال لا الحصر: مهارات النفاذ إلى مصادر المعلومات والمعرفة، ومهارات التواصل اللغوي ومهارات التفكير المنهجي وطرق حل المشكلات.
- تعميق المعرفة خائليا: بفضل أساليب المحاكاة، تقدم تكنولوجيا الواقع الخائلي لنا العالم، بصورة يسهل علينا تمثلها. فهي تضخم لنا الصغير الذي

يصعب على عيوننا المجردة التمعن في دقائقه، وتقلص لنا الكبير الذي يتعذر علينا احتواؤه، وتطمس لنا التفاصيل ليسهل علينا استخلاص الجوهر، وتبرز تفاصيل الأجزاء إن كانت شرطا لاستيعابنا طبيعة الكل الشامل. إن أساليب المحاكاة تمكننا من التعامل بمرونة مع ثنائية الوجود: الزمان والمكان، مع متناهيات الكبر من الفضاءات الكونية والأزمنة الجيولوجية، وكذلك مع متناهيات الصغر من الجسيمات المادية والبيولوجية "والزمينات"(*) من وحدات النانوثانية والفيمتوثانية.

وكنموذج لاستخدام تكنولوجيا الواقع الخائلي في تعميق المعرفة يوضح شكل (١ : ٥) عالما من علماء صناعة الدواء يرتدي نظارة الواقع الخائلي يتجسد أمامه التفاعل الدينامي بين جزيئات الدواء مع جزيئات البروتينات التي يفرزها الفيروس المسبب للمرض.



شكل (١ : ٥) نموذج لاستخدام تكنولوجيا الواقع الخائلي في تعميق المعرفة

على صعيد آخر، فإن تكنولوجيا العالم الخائلي ستجعلنا نرى العالم بصورة مختلفة؛ حيث ستخلصنا — أخيرا — من أسر منظور عصر النهضة القائم

* جمع زمين صيغة التصغير من زمن — إن جاز الاشتقاق.

على أساس النظر إلى الأشياء من موضع ثابت وحيد؛ وهو المنظور الذي رسخ في أذهاننا رؤية الأمور من جهة نظر واحدة. على العكس من ذلك، سيسمح لنا الواقع الخائلي أن نرى الأشياء من وجـــهات نظـــر متعـــددة ومتغيرة في آن واحد. لقد علمنا أينشتين أن معرفتنا نسبية، بمعنى أن مـــا نعرفه يتوقف على موضع المكان الذي ننظر منه وكذلك على موضعنـــا على محور الزمن. وقد حاول بيكاسو، متأثرا في الغالب بنسبية أينشـــتين، أن يرسم أشكالا من مواضع نظر مختلفة: من الأمام ومن الجـــانب ومـــن الخلف بل من الداخل أحيانا، إلا أن مبدعنا التشكيلي الفذ كانت تحده فـــي مسعاه شبه المستحيل إستاتية لوحاته، وفسيولوجية إبصاره وقدرات يـــده، ومدى تخيله. وكل هذه القيود بات من السهل علـــى تكنولوجيـــا الواقـــع الخائلي تجاوزها؛ ليوفر لنا رؤية الأشياء من موضع نظر يتغير بصـــورة دينامية لانهائية. ويظل السؤال برغم كل ما قيل: هل يمكن أن يغير هـــذا بالفعل من رؤيتنا للعالم، ومن نظرتنا إلى الآخرين؟!!.

- **اكتساب الخبرات خائليا:** لم يعد لدى إنسان هذا العصر، الذي تتهالك فيـــه الخبرات بمعدل يفوق سرعة اكتسابها، رفاهية الوقـــت لاكتســـاب هـــذه الخبرات عن طريق الأسلوب النمطي لثلاثية: اكتساب الخلفية النظرية، ثم التدريب العملي، فإتقان المهارات من خلال التكرار والممارسة في الواقـــع العملي. بالإضافة إلى ذلك، فإن تعقد الخبرات واتساع نطـــاق فاعليتـــها، يجعل من ممارستها على أرض الواقع مباشرة أمرا محفوفا بالمخاطر فـــي كثير من الأحيان، ناهيك عن الكلفة المباشرة وغير المباشرة. إن الواقـــع الخائلي سيوفر لنا مجالا عمليا لسرعة اكتساب الخبرات، وتضييق الفجـــوة بين المعرفة وتطبيقها، وبالتالي بين حقائق الواقع والوعي بها. فعلى ســـبيل المثال، سيسمح التدريب الخائلي بأن يكتسب المدير خبرة اتخاذ القـــرارات السريعة، ويكتسب الجراح خبرة إجراء الجراحات الدقيقة على "الأجســـاد الرقمية"، وذلك في بيئة تجريبية سمحة يقومون فيها بـــ "بروفاتهم" إلي أن يصلوا إلي درجة المهارة المطلوبة.
- **توعية وتثقيف العامة علميا:** لقد أصبحت المعرفة العلمية معقدة للغاية، لا يقدر على الإلمام بها إلا صفوة المتخصصين، في الوقـــت نفســـه الـــذي

أصبحت فيه الثقافة العلمية من المطالب الأساسية للحياة في عصر المعلومات واقتصاد المعرفة. إن تكنولوجيا الواقع الخائلي يمكن أن تسهم في "دمقرطة "التعقد" المعرفي بأن تجعل ظواهره في متناول العامة، وذلك من خلال أساليب المحاكاة والخائلية مرة أخرى إن هذه الأساليب ستمكن الإنسان العادي من أن ينفذ، ببصره وبصيرته، إلى ما يجري داخل نواة الذرة، ويشاهد العمليات الكيميائية التي تحدث داخل الخلايا، ويتتبع مسار الإشارات الكهربية التي تسري خلال الجهاز العصبي، وأن يرنو ببصره إلى أعلى ليراقب الأجرام في أفلاكها، ويلاحظ من حوله كيف تتغير البيئة، وتتآكل الصخور، وتنشأ الزلازل وتتولد الأعاصير. إن تكنولوجيا الواقع الخائلي هي لغة تواصل جديدة، لغة أكثر قدرة من كل اللغات على توصيل الحقائق وزرع المفاهيم الصحيحة وإزالة المفاهيم الخاطئة، وهي وسيلتنا القادمة للتخلص من السطحية وممارسة متعة التعامل المباشر مع التعقد، هذا التعامل الذي هو حق للجميع.

- **الاتصال بالوب:** يتيح الاتصال عبر الوب شبكة عظيمة من التفاعلات والعلاقات الاجتماعية وفرصا عديدة لحوار عقل الفرد مع عقول الجماعة، مما يسرع من نموه، ويساعد على تنمية الوعي بالذات وبالأخر كما أوضحنا سلفا، وسيتعزز هذا الاتصال بأساليب مبتكرة، قد توفر كثير منها بالفعل، نذكر منها تكنولوجيا نقل الحضور transmission of presence للمشاركة في اللقاءات العلمية وحلقات النقاش والاستماع للمحاضرات عن بعد.

- **توليد المعرفة أتوماتيا:** لقد تطورت علاقة تكنولوجيا المعلومات بالعلم من أداة للحسابات العلمية، إلى شرط لحيازة العلم على جدارته العلمية، حيث اشترط ليونارد في "شرط ما بعد الحداثة" ضرورة أن تكون علوم عصر المعلومات قابلة للمعالجة الحاسوبية بواسطة الكمبيوتر، بل لقد قيل أيضا أن ما يمكن حوسبته سيحدد لنا ما يمكن معرفته، والآن تسعى العلاقة بين تكنولوجيا المعلومات بالعلم أن ترتقي إلى ما فوق ذلك بمساهمة تكنولوجيا المعلومات في صناعة العلم ذاته بصورة مباشرة، وذلك من خلال توليد المعرفة آليا، عن طريق ما يعرف بأسلوب التنقيب في مناجم

البيانات data mining، حيث يتم استخلاص المعرفة من جوف البيانات الخام باستخدام تكنولوجيا تمييز الأنماط pattern recognition أو بآلات الاستنتاج Inference Machines، وفي كتابه "نوع جديد من العلم" يبشر ستيفن وولفرام بأن تكنولوجيا المعلومات لن تساهم فقط في العلوم القائمة بل ستصنع أجناسا جديدة تماما من العلم (١٦).

- **توليد العقل الجمعي:** من خلال الإنترنت يتوقع البعض ظهور نوع من الذكاء الجمعي collective intelligence يفوق حصيلة ذكاء أعضاء الجماعة، ولهذا الذكاء ذاكراته الجمعية وآلياته الخاصة في حشد عناصر الذكاء الفردي لحل المشاكل بصورة تضافرية تفاعلية.

ثانيا: صنعة تكنولوجيا المعلومات للعقل على المستوى المادي

- **صناعة عقول السيليكون:** تجرى حاليا، على قدم وساق، صناعة عقول السيليكون من خلال تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي ونظم التعلم التلقائي لتزرع هذه العقول في قلب النظم الذكية وفي أدمغة أصحاب "الياقات المعدنية"، ونقصد بها الروبوتات الصلدة، التي باتت تتقاسم العمل مع أصحاب "الياقات الزرقاء" في المصانع، والروبوتات اللينة softbots، أو البرمجية، التي تشارك أصحاب الياقات البيضاء في مهام المكاتب.
- **التدخل المباشر في المخ إلكترونيا:** إن التدخل التكنولوجي في الجسد لم يعد بدافع العلاج فقط، حيث تتنامى نظرة البعض هذه الأيام إلى الجسد بصفته كيانا قابلا للاكتمال والتحسين[*]، ويتعرض المخ البشري حاليا لهجمة تكنولوجية شرسة تهدف إلى تعزيزه بشرائح إلكترونية عصبية neuro-chip تزيد من سعة ذاكرته وقدراته الذهنية، ويؤكد البعض أن هذا لم يعد حلما بل حقيقة ممكنة لا يقف أمام تحقيقها إلا الاعتراض الأخلاقي، ولكنهم واثقون أن هذا الاعتراض سيزول ما أن تكتشف الفوائد التي يمكن أن تعود على الإنسان من جرائه؛ بل هناك من يرى أن ذلك ربما سيفرض علينا بحكم الضرورة، فالعقول السيليكونية ذات الإمكانيات المادية الهائلة

[*] ونحن نلوذ بعلماء الدين لدينا لهدايتنا في هذا الأمر، وتولي مسؤولية الرد على هؤلاء البعض في ظل قول العزيز الحكيم "لقد خلقنا الإنسان في أحسن تقويم".

يجري تعزيزها بقدرات تحاكي ذكاءنا البشري لتحقق بذلك ذكاء تضاعفيا يضع إنسان اليوم من جنس "الهوموسابين" في لقاء غير متكافئ في هذا الحوار الإنسان-الآلي، ليكتشف مع سرعة التغير الهادرة أن ليس لديه رفاهية الوقت لكي ينتظر تطور عقله بيولوجيا بفعل آلية الانتخاب الطبيعي، ولا سبيل أمامه للحاق سوى الإسراع من زيادة قدراته العقلية بالانتخاب الصناعي، أي بالتدخل الإلكتروني المباشر وبالوسائل التي ستوفرها الهندسة الوراثية لتحسين السلالة البشرية، وهل لنا بعد هذا أن نتساءل مع آخرين هل أشرف عصر الهوموسابين على نهايته معلنا بداية عصر "الهوموإلكترونيك".

(ج) وسائل غير مباشرة لصناعة العقل: تسهم تكنولوجيا المعلومات بوسائل غير مباشرة في صناعة العقل، وهي لا تقل في أهميتها عن الوسائل المباشرة، إن لم تفقها أحيانا، وتشمل هذه الوسائل:

أولا: وسائل تكنولوجيا المعلومات لخدمة البحث العلمي

- **استحداث فروع معرفية جديدة:** أدت تكنولوجيا المعلومات إلى ظهور فروع معرفية جديدة تساهم فيها المعلوماتية بصورة مباشرة مثل: المعلوماتية الحيوية واللغويات الحاسوبية، أو بصورة غير مباشرة بما توفره من إمكانات هائلة للتعامل مع حجم البيانات الضخمة، من أمثلة ذلك: الجينوميات المقارنة، ونظريات التعقد التي تدين بظهورها إلى ما أتاحته تكنولوجيا المعلومات من أساليب لمحاكاة الظواهر المعقدة ورصد سلوكها، علاوة على ذلك فإن تكنولوجيا المعلومات من خلال ما توفره من وسائل لتمييز الأنماط ونظم التحليل الإحصائي المتقدمة سترقى بعلوم الاجتماع والتاريخ والجغرافيا وصفيا وتحليليا، ويا ليت مفكرنا العظيم جمال حمدان حي بيننا، لكان قد عثر في تكنولوجيا المعلومات على ضالته ليكمل مسيرته في البحث عن أنماط المكان، فهو الذي لفت أنظارنا لتشابه النمط الجغرافي بين الجزر اليابانية والجزر البريطانية، وبين كثير من أحواض الأنهار في أفريقيا وآسيا وأمريكا الجنوبية، ونفس هذه الوسائل المعلوماتية ستعيننا على تحديد مفاهيم عديدة ظلت متميعة وغامضة إلى

الآن، من قبيل: أدبية الأدب، وروائية الرواية، وشعرية الشعر، وموسيقية الموسيقى، وحلاوة النص وطلاوته، وكما استحدثت فروعا علمية جديدة، استحدثت تكنولوجيا المعلومات كذلك فروعا جديدة من الهندسة اللينة القائمة على المعلومات أصلا، نذكر منها على سبيل المثال: هندسة اللغة، هندسة المعرفة وهندسة الحوار والهندسة الاجتماعية وهندسة الصورة وهندسة الخيال imagineering.

- **كأداة للبحث العلمي:** والتي تشمل على سبيل المثال لا الحصر:
  - استخدام تكنولوجيا المعلومات كأداة للحسابات العلمية، خاصة فيما يتعلق بحل المعادلات التفاضلية بالطرق العددية التي تعجز عن القيام بها الطرق التحليلية.
  - استخدام تكنولوجيا المعلومات في التوثيق العلمي، وخير مثال على ذلك توثيق نتائج بحوث الجينومات التي باتت من الضخامة بحيث يستوجب نشرها إلكترونيا لتعذر إخراجها ورقيا.
  - أداة للاختيار والتجريب من خلال استخدام النماذج الإحصائية ونظم المحاكاة الرقمية التي تسمح باختيار السيناريوهات والتحقق من صحة الافتراضات.

ثانيا: وسائل تكنولوجيا المعلومات لصناعة العقل على المستوى الاجتماعي

يدين نمو العقل بالكثير لنمو بيئته الاجتماعية عبر العصور البيولوجية، وقد عزى البعض نمو مخ الهوموسابين إلى نمو ذكائه الاجتماعي تلبية لمطالب الحياة في ظل "قانون الغابة"، ونتيجة لبداية استخدامه نوعا من التواصل اللغوي بات لازما لتحقيق المشاركة الجماعية، وإذا ما انتقلنا بحديث الماضي إلى الواقع الراهن يمكننا القول أن تكنولوجيا المعلومات، للأسباب نفسها مع اختلاف الظروف، ستسهم في صناعة العقول بصورة غير مباشرة على المستوى الاجتماعي، وذلك لأنها ــ أي تكنولوجيا المعلومات ــ ستولد مجتمعا متقدما شديد التنافس زاخرا بالتعقيدات والصراعات والديناميات، مجتمعا يتطلب تواصلا جديدا، وأنماطا مغايرة للتعامل الاجتماعي، خاصة بعد أن أصبح الذكاء ليس حكرا على الإنسان بل خاصية تشاركه فيها النظم

والآلات والمدن والقرى والشوارع والمصاعد وحتى أدوات المطبخ وأجهزة الحمامات. بقول آخر إن تكنولوجيا المعلومات أقامت "إيكولوجية" معرفية تنمو فيها العقول وتشيخ بمعدلات متسارعة، وتتجاور وتتصارع فيها بطرق مغايرة فما أكثر أوجه التفاعل وتنوع مصادر النزاع، في نفس الوقت الذي تعقدت فيه أدوات حسم الخلاف وشروط تحقيق الوفاق.

ثالثا: وسائل تكنولوجيا المعلومات لصناعة العقل على المستوى النفسي

ستطلق تكنولوجيا المعلومات القدرات الإبداعية بعد أن ضاقت ــ وستظل تضيق ــ الفجوة بين المعرفة النظرية والخبرة العلمية، وبين الممكن والمتخيل، علاوة على ما وفرته المعلوماتية من وسائل عديدة لدعم المبدعين وتحريرهم من قيود كثيرة كانت تكبلهم في الماضي. من جانب آخر، فإن خلوة الإنسان مع الإنترنت ستستحثه أن يفكر مليا في موقفه وموقعه من هذا العالم.

١ : ٤ العقل العربى صنيعة سلفه أو صنيعة غيره

١:٤:١ عن أزمة العقل العربى(*)

العقل العربي عقل حائر بين إرث ماضيه ومطالب حاضره وتحديات مستقبله، عقل ترهل وتشوهت رؤاه وتهرأت عدته المعرفية، فراح يجتر مقولاته القديمة ويردد مقولات غيره، وما أندر ما يستوعبها، وهو يرزح منذ زمن تحت نير التبعية بجميع صنوفها: فكرية وعلمية وتعليمية وإعلامية وإبداعية وتكنولوجية، وقد ارتضى في ظلها أن يحيل حل مشاكله إلى غيره؛ فأوكل مشاريع تنميته لمقاولي الخارج تسلم له على الجاهز، وأوكل نصوصه المحورية إلى المستشرقين ترد له جاهزة، مبوبة ومؤولة، ممزوجة بأهوائهم

* تأكيدا لهدف هذه الدراسة أدرجنا في فصلها التمهيدي ــ ما كان من الأوفق ربما أن نورده في خاتمتها ــ هذا الحديث الموجز عن أزمة العقل العربي: أسبابها ومظاهرها نتبعها بالفرص التي تتيحها تكنولوجيا المعلومات للخروج من أزمته، لنترك القراء في مزاج عقلي متوازن يجعلهم أكثر قدرة على قدح أذهانهم وبناء حكمهم على مدى جدوى الدراسة الحالية فيما يخص وضعنا العربي صعودا من بدايتها، ويأمل الكاتب أن يستحث بهذا الحديث الموجز عن أزمة العقل العربى من منظور تكنولوجيا المعلومات غيره فى دراسة أكثر شمولا وعمقا عن هذا الأمر الحيوي.

وقولبية أفكارهم عن تاريخنا وتراثنا وسلوكنا، وأوكل تعريب نظم معلوماته إلى الشركات المتعددة الجنسية لتزداد الفجوة الرقمية اتساعا يوما بعد يوم التي تفصل بينه وبين العالم المتقدم وبينه وبين إسرائيل.

إن العقل العربي يواجه أزمات طاحنة على جميع الأصعدة، وقد عجز عن مواجهة واقعه، وانعزلت نخبته عن عامته تاركة إياها لقمة سائغة للقوى الرمزية الضارية المصوبة إليها من الخارج والداخل على حد سواء، والتي زادتها تكنولوجيا المعلومات ضراوة، وهكذا باتت الجماهير العربية ضحية لترسيخ عقدة التخلف الحضاري والغوغائية الدينية والتضليل الإعلامي والجمود التربوي واللاعلمية في طيفها المكتمل: شبه العلم ــ زائف العلم ــ إدعاء العلم ــ معاداة العلم ــ الخرافة.

لقد أوضحت النقلة النوعية لتكنولوجيا المعلومات مدى حدة أزمة العقل العربي، في ذات الوقت فإن كل أزمة ــ ووفقا للحكمة الصينية ــ تنطوي على فرص لا تتيح فقط إمكانية الخروج من الأزمة بل تدفع إلى الانطلاق واللحاق بمن سبقوا، ولم تصدق هذه الحكمة قدر ما تصدق الآن نظرا للإمكانات الهائلة التي توفرها تكنولوجيا المعلومات خاصة في مجال الإنتاج العلمي، محور هذه الدراسة.

١:٤:٢ تخلف العقل العربى: أسبابه ومظاهره

عفانا الكثيرون من تحليل أسباب أزمة العقل العربي؛ وتراوحت بشأنها الآراء إلى حد التباين، بعض يرجعها إلى عدم التمسك بـ "النموذج المعرفي الإسلامي" مما أوقع العقل العربي في فخ التبعية للفكر الأوروبي العلماني ولا حل في تصوره إلا أسلمة المعرفة، وبعض آخر يرجعها إلى عدم محورية وضع العلم في الحضارة الإسلامية، كما هو الحال في الحضارة الأوربية، حيث لم يكن العلم محورا بل مجرد دائرة من الدوائر التي ترسمت حول الدين (٥: ١٦٧)، وكصدى لهذا التوجه ونتيجة له، لا يرى هذا البعض حلا لأزمة العقل العربي الراهنة إلا من خلال قطيعة معرفية مع فكر ماضيه أسوة بما فعل العقل الأوروبي في عصر التنوير[*].

[*] كما أكد على ذلك الدكتور/ الطاهر لبيب المفكر العربي النابغ في حواره مع المؤلف.

تنأى الدراسة الحالية عن أن تقحم نفسها في هذا الحديث المعاد الزاخر بالمزالق، مكتفية في شأنه بسرد أسباب تخلف العقل العربي ومظاهره بأسلوب تلغرافي يحدد صورة الموقف الراهن بفرشاة عريضة، وذلك بهدف وضع خلفية تظهر مدى الفجوة بين العقل العربي الراهن والعقل المرجو الذي أصبح لزاما علينا أن نصنعه تلبية لمطالب عصر المعلومات، وتشمل القائمة التالية أهم أسباب تخلف العقل العربي ومظاهره نستهلها بما يخص العقل ذاته قبل الخوض في نتاجه وإنتاجيته:

(أ) **عن راهن العقل العربي:** التالي بعض ملامح عامة للعقل الغربي وقد اقتصرت على ما يهم الدراسة الحالية:

- عقل أسير تخصصه ينأى عن تداخل المجالات المعرفية وتعددها
- عقل غير مدرب على التوجه المنظومي system approach الذي يضمن الاكتمال والاشتمال مما يجعل من السهل وقوعه في فخ التفاصيل وضياعه في تهويمات التعميم.
- عقل ينزع دائما نحو الموجب والقاطع والمحدد والمحكم، ينحاز إلى الثابت على حساب المتغير، والسائد على حساب المتجدد، يلح على الإجماع، وينفر من الاختلاف والتعدد.
- عقل يمتهن السالب، ويفزع من اللايقين ولا يستأنس المشوش وغير الدقيق، وغير المكتمل، يستهجن غموض الشعر ولاموضوعية الفن التجريدي ولانسقية الموسيقى اللانغمية، ولا يستوعب اللامحدود واللانهائي ولا يروق له أن يكون للفوضى علمها وللتعقد سحره، وأن المعرفة ليست واقعة نهائية، وأن رحلة العلم هو نفسه رحلة أخطائه. لقد كبلت نزعة امتهان السالب العقل العربي من أن يقتحم المناطق المهجورة من فكره، واختراق أسيجة التحريم والتجريم.

(ب) **أسباب تخلف العقل العربي:** من منظور الدراسة الحالية التالي أبرز الأسباب كما يراها الكاتب:

- سياسات علمية تفتقد الواقعية، والخطط الإجرائية ومؤشرات قياس مدى التقدم في تنفيذها.

- تدني أداء مؤسسات التعليم الرسمية.
- ضعف الموارد الحكومية المخصصة للإنتاج العلمي، وعزوف القطاع الخاص عن الاستثمار في مجالاته.
- ظاهرة العلم الضخم وتبعية العلم للتكنولوجيا.
- ضعف الطلب على إنتاج العلم، ومحدودية النشاط الابتكاري وتدني تمويل البحث العلمي من قبل القطاعات الإنتاجية والخدمية (٨: ٧٢).
- غياب التراكم المعرفي، وضعف الحوار بين الفصائل الفكرية المختلفة.
- عدم مواكبة المؤسسات الأكاديمية لحركة تطور العلم وإغفالهم للعلوم الأساسية.

(ج) **بعض مظاهر هزال العقل العربي:** من منظور الدراسة الحالية تم انتقاء المظاهر التالية مع الإقرار بصعوبة الفصل بين الأسباب والمظاهر:

- بحوث أكاديمية دون منتجات استثمارية
- ترقيات أكاديمية دون ارتقاء علمي
- نشر علمي ضامر لا يرى معظمه النور إلا من خلال المنافذ المحلية تهربا من غربلة الترشيح العملي لمنافذ النشر الأجنبية المحكمة.
- إبداع عربي مكبل، برغم تميزه، يواجه العقبات في توصيله جماهيريا وتداوله عربيا
- إساءة استخدام مفهوم الخصوصية في العلوم الإنسانية والاجتماعية ــ كما خلص تقرير التنمية الإنسانية العربية الثاني (٨: ٧٥) ــ وهو ما أدى إلى تمحور حول الذات وشبه قطيعة معرفية مع فكر الآخرين.
- حصاد من بحوث الدراسات العليا مكدس على الرفوف يلتقط الأتربة، وما أكثر ما فيها من نقل وتكرار وتشبه بالعلم وتزييفه أحيانا.
- غيبة المشاريع البحثية المشتركة بين البلدان العربية، وعزوف شبه تام عن المشاركة في الموارد سواء على المستوى البشري أو المادي أو المعلوماتي.

- حصيلة ضخمة من اللقاءات العلمية تشكو من الخواء الفكري وعجلة الإعداد ونقص الحضور وغزارة التوصيات دون متابعة جادة وناتج فعلي ملموس.
- انفصال شبه تام بين العلوم والفنون، وإهمال المعرفة العلمية الكامنة وراء الفنون
- فجوة بين نتاج التعليم وسوق العمل، وكم تعليمي بلا كيف، وتلقين دون تحصيل، يؤكد ذلك تراجع مواقع البلدان العربية إزاء بلدان المقارنة عند الأخذ في الاعتبار نوعية الناتج التعليمي (٨: ٩٢).
- هجرة متنامية للعقول العربية في المجالات العلمية والهندسية وتقطع الجسور بين العقول المهاجرة والعقول الباقية بأرضها.
- محاولات شبه مستحيلة ومتعجلة لما أطلقوا عليه "أسلمة المعرفة" يسودها طابع طوباوي رد فعلي، تتراوح بين دعوى البداية من الصفر، والانتقائية العلمية، أو الفصل بين علوم الطبيعيات والإنسانيات، وجمعيها توجهات تتناقض في جوهرها مع توجهات العلم في عصر المعلومات (٢: ٤٢٩).
- وأخيرا وليس آخرا، عدم إدراك كثير من علمائنا لأهمية فلسفة العلم وتاريخ تطوره واستشراف توجهاته القادمة خاصة فيما يتعلق بالنقلات النوعية الحادة بفعل المتغير المعلوماتي، وربما يرى البعض في هذا سببا هامشيا، إلا أنه ــ بالحتم ــ ليس كذلك في عصر باتت فيه فلسفة العلم هي الفلسفة الأم ــ إن جاز التعبير ــ وباتت فيه منطلقا أساسيا للفكر الاقتصادي والسياسي والاجتماعي والثقافي.

٣:٤:١ فرص تتيحها تكنولوجيا المعلومات للعقل العربى

لقد أقامت تكنولوجيا المعلومات ــ كما لمحنا سابقا ــ بيئة مواتية تتيح للعقل العربي فرصا عديدة للمساهمة محليا وعالميا، نلخص فيما يلي أهم ما يراه الكاتب من توجهات إيجابية تعمل لصالحنا.

(أ) **عودة إلى العلم الصغير:** أفرزت تكنولوجيا الصناعة ــ ضمن ما أفرزته من تنظيمات كبيرة ــ مؤسسات العلم الضخم، وتحولت معامل

إنتاج العلم إلى ما يشبه المصانع ليتربع على عرش العلم ــ كما قيل ــ قياصرة المشروعات البحثية الماموثية وأتوقراطي التيلسكوبات العملاقة وديكتاتوري فريق فيزياء الطاقة العالية (٤٠٠ فرد)(٣: ٢٤٧). يلوح في الأفق حاليا تحول جذري في هذا التوجه يمكن أن نعتبره بمثابة عودة إلى الكيانات الصغيرة لإنتاج العلم، أو ما أطلق عليه البعض مصطلح "العلم الديموقراطي"، أنه بحق طابع التشظي fragmentation، ذلك الطابع الجوهري المميز لتكنولوجيا المعلومات وقد نفذ إلى صلب إنتاج المعرفة ليكسر شوكة الاحتكار العلمي، ويرد بذلك الاعتبار لدور العقل الفردي في عملية الإبداع العلمي. إن المؤسسة العلمية الضخمة ذات الطابع المركزي وليدة عصر الصناعة يكاد يأفل نجمها لتحل محلها شبكات إنتاج العلم اللامركزية الموزعة، القائمة ــ أساسا ــ على المبدع العلمي أو التكنولوجي، وهناك شواهد عديدة تؤكد نمو هذا التوجه، من أبرز هذه الشواهد نجاح مجموعة صغيرة من العلماء والباحثين والمهندسين (مجموعة سيليرا) من أن تسبق مشروع اتحاد الحكومات الضخم لفك شفرة الجينوم البشري (٣٠٠٠ باحث ومتخصص)، وذلك بفضل فكرة عبقرية في كيفية استخلاص تتابعات الدنا الفعالة من وسط بيانات الجينوم المليء بسقط الدنا (٣: ٣١)، وكما يقول تيد أنتون في كتابه "العلم الجسور" إن إنجازات علمية ضخمة في البيولوجيا وفسيولوجيا المخ، والبيئة وعلم المناعة وعلوم الفلك قد تمت على يد مجموعات صغيرة من العلماء جمعوا بين جسارة العقل وسرعة الفعل والتفاني في حب العلم وخدمته، وهي خصائص بدأت تغيب عن مؤسسات العلم الضخم التي باتت تئن تحت ثقلها التنظيمي، وتعاني من برودة تجاوبها مع المتغيرات، والإفراط الزائد في رسميات إجراءاتها.

ومثال آخر عن الرجوع إلى الصغير نستقيه من عالم تكنولوجيا المعلومات ذاتها، وهو ظاهرة البرمجيات ذات المصدر المفتوح :OSS Open Source Software التي تطرح مجانا من قبل الأفراد عبر الإنترنت بكل تفصيلاتها الداخلية، مما يتيح تعديلها وإدماجها ضمن برامج ونظم أخرى. إن البرمجيات ذات المصدر المفتوح تمثل تحديا

حقيقيا لاحتكارية الشركات العملاقة لإنتاج البرمجيات ــ وعلى رأسها ميكروسوفت ــ التي تسوق برامجها كصناديق سوداء مغلقة لا تسمح بأية إضافات أو تعديلات، ويصعب إدماجها في نظم التطبيقات. إن التاريخ يعيد نفسه فقد كان السر وراء نجاح ميكروسوفت الباهر، بالرغم من بدايتها المتواضعة للغاية، هو نجاحها في اللعب مع الكبار (شركة: آي. بي. إم ومن بعدها شركة: آبل) وها هم الصغار يمارسون حقهم في اللعب معها بعد أن أصبحت ــ بلا منازع ــ كبرى الكبريات.

(ب) **المعلومات كركيزة أساسية للبحث العلمي:** العلم في تطوره يصبو نحو اللينونة حتى كاد البحث العلمي يتحول، في كثير من الأحيان، إلى بحث عن المعلومات؛ تسلسلات الجينات وتركيبة البروتينيات ــ على سبيل المثال ــ هي في الأصل عملية تنقيب عن المعرفة في مناجم البيانات الجينومية الضخمة، لقد امتدت هذه النزعة المعلوماتية للبحث العلمي من البيولوجي الحديث إلى فروع علمية أخرى كعلوم البيئة والفلك والباثولوجيا الكلينيكية، ناهيك عن الدراسات المقارنة في اللغويات وكثير من العلوم الإنسانية والاجتماعية، ولا شك أن النزعة المعلوماتية للبحث العلمي هي في صالح الباحثين العرب شريطة توفر المهارات الأساسية للتعامل مع موارد المعلومات العلمية، وهو ليس بالأمر العسير.

(ج) **وفرة موارد المعلومات العلمية:** لقد شكى الباحثون العرب فيما مضى من صعوبة الحصول على مصادر المعرفة، وعدم توفر المراجع، وها هي الإنترنت تساهم في حل هذه المشكلة بشكل جذري، إلا أنه يجب التنويه هنا إلى الفرق الشديد بين الحصول على المعلومات واستخلاص المعرفة من خضم محيطاتها الشاسعة عبر الإنترنت. إن الباحث العربي عليه أن يكتسب عدة مهارات مستجدة مما يمكن أن نسميه "مهارات ما بعد المعلومات post-informativca"، ونقصد بذلك القدرة على تجميع المعرفة من شظايا المعلومات المتناثرة عبر الشبكة، والتجسس العلمي "الحميد" لاقتفاء التوجهات العلمية، والانتهازية العلمية "النبيلة" من أجل اقتناص المبادرات البحثية، ومن المنطقي، والواجب أيضا، أن يبحث

المبدع العربي عن إبداع مختلف، إبداع ينشد العالمية وتضرب جـــذوره في التربة المحلية، فمع إجلالنا لإنجازات علمائنا بالخارج إلا أن نمـــط إبداعهم ليس هو النموذج الوحيد، فقد تم هذا الإبداع في بيئة مغايرة بشدة لظروفنا المحلية.

لقد كان الكثير من حالات الإبداع وليد الصدفة والأحـــداث العارضـــة، وعلى المبدع العربي أن يضع نفسه في مســار تتكــاثر فيــه الصـــدف والعثور على المعرفة العارضة، ولا سبيل إلى ذلك إلا بالجهد وســاعات العمل الطويل، ولنتذكر مقولة أينشتين عندما صرح بأن أحـــد أســرار إنجازاته العلمية الباهرة يرجع إلى أنه كان يمضي ساعات أطـــول فـــي المكتب، وقد وفرت الإنترنت بيئة تساعد على توليد الفرص واكتســـاب المعرفة بصورة عارضة وهو ما سنتناوله في البند التالي.

(د) **المشاركة العلمية عن بعد:** يشكو كثير من طلبة الدراسات العليا لدينـــا من عدم وجود أساتذة مشرفين في التخصصات العلميـــة الحديثـــة، وإن توفر ذلك فعادة ما تكون الشكوى من الانشغال الشديد لهؤلاء الأســـاتذة مما لا يتيح وقتا كافيا للإشراف العلمي، خاصة على مستوى الماجســتير حيث الباحث أحوج ما يكون للتوجيه سواء مـــن حيـــث الموضـــوع أو المنهج. تتيح الإنترنت فرصا عديدة للأشراف العلمي من خلال التواصل عبر الشبكة والتلمذة عن بعد remote apprenticeship، وقـــد أظـــهرت الإحصائيات تضاعف عدد الأوراق العلمية التي يشارك فيها علماء مـــن أمريكا وأوروبا مع باحثين من الدول النامية. إن أقصى صـــور الذكـــاء الجمعي هو ذلك الذي يحتشد فيه ذكاء المبدعين وتتيح حلقـــات النقـــاش وجماعات الاهتمام المشترك التي تزخر بها شبكة الإنترنت فرصا عديدة للتواصل العلمي شريطة إتقان الباحث العربي لـــ "إتيكيت" الحوار عـــن بعد، وذلك بافتراض إتقانه اللغات الأجنبية خاصة للباحثين في مجـــالات العلوم الإنسانية والاجتماعية التي تحولت في الفترة الأخيرة ــ كما نـــوه تقرير التنمية الإنسانية العربية الثاني ــ إلى أحادية اللغة على عكس مـــا كانت عليه الحال في الماضي (٨: ٧٥).

(هـ) النقلات النوعية التي يمر بها العلم حاليا: كما سنوضح فيما بعد، يمر العلم حاليا نتيجة للمتغير المعلوماتي، بمجموعة من النقلات النوعية سواء على مستوى المنهج أو المجال العلمي، ومن أهم هذه التوجهات تزايد أهمية علوم الإنسانيات والعلوم الاجتماعية والعلوم البينية، وهو ما يوفر فرصا نادرة أمام الباحث العربي للحاق بهذه الموجة الجديدة في بدايتها.

(و) زيادة الطلب على العلم: نتيجة للتوجه نحو اقتصاد المعرفة سيتزايد الطلب على العلم بما يفوق قدرة الدول المتقدمة على إنتاجه، والدليل على ذلك زيادة نهم الدول المتقدمة لاجتذاب نخبة عقول الدول النامية، ويتوازى ذلك مع تنامي التوجه الثقافي الاجتماعي لتطبيقات تكنولوجيا المعلومات مما سيترتب عليه زيادة الطلب على العلم الذي يتناول الشأن المحلي: الثقافي والاجتماعي ليصب في تيار اقتصاد للعولمة.

(ز) رخص أدوات إنتاج العلم: أدت تكنولوجيا المعلومات إلى تقليل كلفة أدوات إنتاج العلم وعلى رأسها الكمبيوتر، الذي حقق في هذا الصدد المعادلة الصعبة: تناقص الكلفة مع زيادة الإمكانات، وتوفر المعامل الخائلية virtual labs التي لا تقارن كلفتها بكلفة المعامل الحقيقية الباهظة التكاليف، وربما ستتمكن سريعا من شراء جهاز تحليل شخصي لتحديد تتابعات حامض الدنا (٣: ٢٤١).

ويشهد تاريخ العلم أن كثيرا من إنجازاته الضخمة تمت بوسائل رخيصة ونكتفي بمثاليين: أولهما نموذج الحلزون المزدوج الذي بناه واطسون وكريك من شرائح الصفيح والأسلاك، وثانيهما الرياضيات البيولوجية biomath والتي دشنتها كيلر وسيجلز باستخدام الورقة والقلم، وكيف لنا أن ننسى أن كثيرا من إنجازات صناعة الكمبيوتر والبرمجيات تمت في الجراجات والبدرومات.

(ح) انفصال المعرفي عن التكنولوجي: من أهم ما يميز منتجات اقتصاد المعرفة عن غيرها هو إمكانية فصل الشق المعرفي عن الشق التكنولوجي، وهو توجه جديد له سابقته التاريخية القديمة المتمثلة في

حضارة روما التي قامت على علم اليونان وتكنولوجيا الرومان، وسابقته القريبة في اعتماد اليابان في المراحل المبكرة لنهضتها الصناعية على استيراد براءات الاختراع مكتفية بالشق التكنولوجي دون المعرفي، وقد حذت حذوها دول حافة الباسيفيك. إن هناك من الشواهد ما يشجع على القول بأن كلفة إنتاج المعرفة ستقل بفضل تكنولوجيا المعلومات، على العكس ما يحدث حاليا بالنسبة لارتفاع كلفة الشق التكنولوجي لتحويل هذه المعرفة إلى منتجات فعلية، ويكفي مثالا على ذلك أن كلفة إنشاء مسبك لإنتاج الشرائح الإلكترونية يصل حاليا إلى ما يزيد عن المليار دولار مما يجعلها صناعة كثيفة رأس المال قائمة ـ أساسا ـ على اقتصاد الحجم ضمانا لتحقيق عائد يبرر هذا الحجم من الاستثمار.

يعطي انفصال المعرفي عن التكنولوجي فرصة للعلماء والمهندسين العرب كي يساهموا معرفيا دون أن ينشغلوا بالجانب التكنولوجي، فيمكن ـ على سبيل المثال ـ تصميم الدوائر الإلكترونية للشرائح السيليكونية وتكليف مسابك تصنيع هذه الشرائح بإنتاج التصميمات في صورتها المادية، وكمثال بالغ الدلالة في هذا الخصوص هو قيام مركز بحوث الرياضيات بمدينة مدراس بالهند بوضع الأسس الرياضية لتكنولوجيا البيوسيليكون ـ انظر الفقرة ١ : ٣: ٢ ـ بند (أ)

لقد طالبنا الدكتور فاروق الباز بالتركيز على الجوانب التطبيقية لخدمة أغراض التنمية (٩) ولا تعني بالطبع مطالبتنا بإنتاج العلم إهمالنا لجوانبه التكنولوجية وتطبيقاته العملية، وما نقصده بحديثنا السابق هو ضرورة توازي الجهدين: العلمي والتكنولوجي، وكما شرعت الدول العربية في إنشاء المجمعات التكنولوجية[*]، عليها في ذات الوقت إحياء مراكز البحوث والدراسات العلمية القائمة، وإنشاء أخرى في المجالات العلمية الجديدة، وأكد عالمنا أحمد زويل على إمكانية مساهمة الفقراء في إنتاج العلم إلا أنه ربط ذلك بتلقي الهبات من الدول المتقدمة وضرورة المشاركة معها في إنتاج العلم(١٠) وهو ـ بالحتم ـ ليس البديل الوحيد.

[*] كمدينة الإنترنت بدبي، والقرية الذكية في مصر، والتلال الذكية بالأردن.

وأحيانا ما يكون أيضا ليس هو البديل المفضل، وفي التحليل الأخير يمكن أن تكون هناك تكنولوجيا للفقراء لكن العلم كان ـ وسيظل ـ ساحة يتنافس فيها الجميع.

إن إنتاجنا للعلم سيجعلنا أكثر قدرة على التعامل مع الاحتكار التكنولوجي، فهو الذي سيعيننا على كسر مغالق الصناديق السوداء، وقد كان العالمان النظريان آلان تورنج وكلود شافون هما اللذين كشفا سر آلة الشفرة اللغز التي أبدعتها التكنولوجيا الألمانية.

(ط) لندع تعقدنا يعمل لصالحنا: تواجه المجتمعات العربية العديد من المشاكل المعقدة، والتي تفوق درجة تعقدها في أحيان كثيرة، نظيراتها في الدول المتقدمة، إلى حد يمكن اعتبار "تعقدهم" حالة خاصة من تعقدنا، ولا شك أن هذا يزيد من صعوبة حل هذه المشاكل، إلا أنه يمثل في نفس الوقت استفزازا مفيدا للعقل العربي يحثه على البحث عن حلول أكثر عمقا، وقد أثبتت تجربة الكاتب في معالجة اللغة العربية آليا بواسطة الكمبيوتر جدوى هذا المنحى من التفكير، فاللغة العربية ـ كما هو معروف ـ أعقد من اللغة الإنجليزية حاسوبيا على مستوى الحرف والكلمة والجملة والنص المتصل، لذا كان تصميم نظم معالجة اللغة العربية آليا قادرا على استيعاب مطالب اللغة الإنجليزية كحالة خاصة منه، وقد تم بالفعل اتخاذ نموذج العربية الحاسوبي كنموذج عام يمكن اختزاله ليلبي مطلب الإنجليزية وغيرها من اللغات الهندوأوروبية.

وختاما، فإن استغلال هذه الفرص التي توفرها تكنولوجيا المعلومات يحتاج منا إلى جهد مكثف ومنسق، وقد تضمنت هذه الدراسة في خاتمتها قائمة مختصرة من المنطلقات المقترحة. لقد قصدنا من هذا الحديث أن نحث على قراءة ما يلي عن النقلة النوعية التي أحدثتها تكنولوجيا المعلومات في مسار تطور العلم في ظل خلفية قوامها ثنائية التحديات والفرص.

الفصل الثانى

مسار تطور العلم: النقلة المعلوماتية

١:٢ علم جديد = فلسفة علم جديد

كما أسلفنا، سيولد عصر المعلومات علما جديدا، وسيفرز أجناسا جديدة من المعرفة ستغير بصورة جذرية من ملامح النسق العلمي العام: منهجيا وموضوعيا، بل ربما يصل الأمر إلى إعادة تعريف مفهوم العلم ذاته.

لقد ركزت فلسفة علم ما قبل عصر المعلومات على نظرية المعرفة دون غيرها من فروع الفلسفة، ساعية إلى رسم حدود ما يمكن أن يعرف وما هي السبل إلى معرفته، وكلا الأمرين ذو علاقة وثيقة بتكنولوجيا المعلومات، فقد مدت من حدود أفقنا المعرفي ووفرت لنا سبلا عديدة، وغير مسبوقة، لاكتساب المعرفة، وعلى ما يبدو فإن فلسفة علم عصر المعلومات ستتجاوز نطاق الإبستيمولوجيا إلى علاقة العلم بما هو خارجه لتستدرج إلى إطارها الفروع الفلسفية الأخرى ونقصد بها المنطق ونظرية القيم بل ربما الأنطولوجيا أيضا، إذ لم يعد كافيا ما بحوزتنا من أساليب منطقية بعد أن تميعت الفوارق بين الصائب واللاصائب، وبين الفكر واللافكر، وبين العقلاني واللاعقلاني، ولم يعد مقبولا إغفال الجوانب الأخلاقية لتطبيقات العلم التكنولوجية بعد أن اقتربت هذه التطبيقات من المناطق الحميمة والحساسة من جسد الإنسان وعقله، ونفدت إلى كل أرجاء المجتمع الحديث تعيد صياغة منتجاته ومؤسساته وتنظيماته وتشريعاته وقيمه وشبكة العلاقات بين أفراده وجماعاته.

لقد كان العقل الأسطوري يصنع آلهته، أما العقل المعلوماتي فقد مضى يصنع عوالمه الرمزية، عوالم الفضاء المعلوماتي، أو فضاء السيبر cyberspace كما يطلقون عليه، عوالم ميكروية يشيدها من رموز الأرقام والحروف والأشكال والأصوات وتجسدها له في صورة دينامية حية تكنولوجيا الواقع الخائلي لتتلاشى تدريجيا الحواجز الفاصلة بين عوالم الخيال وعوالم الواقع، وبات على إنسان العصر أن يأخذ أهبته لوجود مزدوج يتراوح فيه بين العيش في دنيا الواقع المحدود المقيد، والحياة في الفضاء المعلوماتي الرحيب الذي لا يعرف حدودا ولا قيودا، وهكذا عادت الأسئلة الكبرى تطل برأسها علينا من جديد: ما الوجود؟ أو ماذا نقصد بمعنى الوجود رضوخا لهيدجر؟، وكيف ينبت الوجود في فضاء الزمان والمكان؟ وكيف ينصهر في بوتقته؟ وماذا سيحل بالإنسان بعد أن سحقت تكنولوجيا المعلومات "الماكرو المكاني" لتسقط الحواجز بين البعيد والقريب، واستطاعت أن تنفذ من خلال "النانوتكنولوجي" إلى أقصى حدود "الميكروالمكاني" المتناهي الصغر، في الوقت نفسه الذي نجحت فيه هذه التكنولوجيا الساحقة أن تنفذ إلى "الميكرو الزماني" بعد أن استطاعت التعامل بوحدة الفيمتوثانية المتناهية الصغر، ودان لها أيضا "الماكرو الزماني" من خلال نظم المحاكاة التي تستطيع بواسطتها أن تسترجع الأزمنة السحيقة بإعادة بناء التاريخ خائليا virtual reconstruction of history، وأن نجسد سيناريوهاتنا وتصوراتنا عما يمكن أن تحمله لنا أزمنة المستقبل، أو تمزج بين أزمنة الماضي والحاضر والمستقبل في خليط زمني مثير فيما يعرف بـ "الخلط الزمني time scrambling"، ألا يجوز لنا بعد كل هذا أن نتوقع لقاء مثيرا بين العلم والأنطولوجيا تجر وراءها الميتافيزيقيا.

في ضوء ذلك فمن شبه المؤكد أن مسار تطور العلم بفعل المتغير المعلوماتي على وشك نقلة نوعية باهرة، والتي سميناها بـ:"النقلة المعلوماتية"، وكان من الضروري لتوصيفها أن ننطلق من حيث انتهى مسار تطور العلم في القرن العشرين، ولم نجد خيرا من كتاب يمنى الخولي "فلسفة العلم في القرن العشرين" ليوجز لنا مراحل تطور العلم وتاريخ ثوراته، لذا فما سنطرحه بشأن فلسفة العلم ما قبل النقلة المعلوماتية هو بمثابة حوار مع يمنى الخولي، ورؤية من منظور معلوماتي أتقاسم من خلالها الحديث مع ما تضمنه كتابها المرجعي

الممتع، وقد أضفنا إليه ما اعتبرناه ضروريا بالنسبة لما نحن بصدد طرحـــه من تصورات مستقبلية عن تطور العلم، أما فيما أوردناه من حديث عن تطور مسار العلم ما بعد النقلة المعلوماتية فنتحمل نحن مسؤوليته سلبا أو إيجابا، وقد رأينا أن نطرحه في سلسلة من التطورات التاريخية التي تشمل:

- تطور علاقة العلم بالفلسفة: النقلة المعلوماتية
- تطور العلم من حيث القائمين به: النقلة المعلوماتية
- تطور موضوعات العلم المحورية: النقلة المعلوماتية
- تطور المنهج: النقلة المعلوماتية
- تطور ارتباط العلم بالطبيعة: النقلة المعلوماتية
- تطور أسلوب تعامل العلم مع ظاهرة التعقد: النقلة المعلوماتية

ولا شك أن ما قمنا به يمثل مجازفة لا تخرج عن كونها تصورا خاصة فـــي زمن بات فيه التنبؤ أمرا شبه مستحيل، وأقصى ما ينشده الكاتب هو تعريـض مبادرته إلى طاحونة التفنيد والتكذيب، وقناعته أن شباب الباحثين العرب فـــي حاجة ماسة إلى التعرف على ملامح هذه النقلة النوعية، ولو بصورة تقريبية، ففي النقلات النوعية "تعشش" الاحتمالات وتنبت بين شقوقها زهور الفرص.

٢ : ٢ علاقة العلم بالفلسفة: النقلة المعلوماتية

٢:٢:١ عـــن علاقـــــة تكنولوجيـــــا المعلومات بالفلسفة

هناك علاقة وثيقة بين تكنولوجيا المعلومات والفلسفة، تتجلى بوضوح مـــا إن نمعن النظر في بعض التعريفات السائدة للفلسفة.

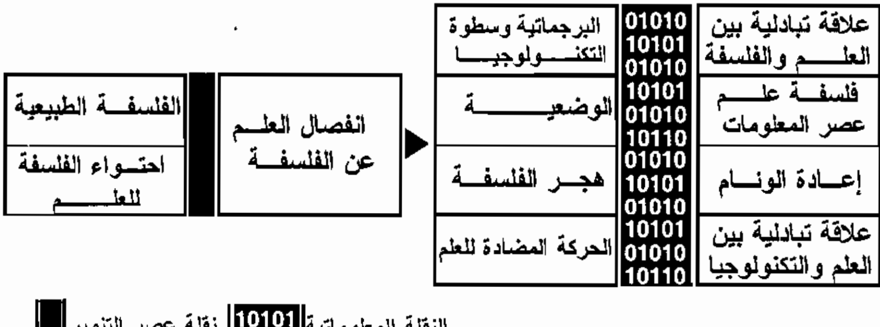
- فإن كانت الفلسفة هي المنظار الأيديولوجي الذي نرى من خلاله الواقع من حولنا، فقد أصبحت تكنولوجيا المعلومات هي الوسيط بين إنســـان العصر وواقعه، يراه من خلال التليفزيون وشاشات الكمبيوتر وأجـــهزة الاستشعار عن بعد وبانوراما الإنترنت.
- وإن كانت الفلسفة لدى ديكارت تفسيرا للواقع، فتكنولوجيا المعلومـــات من أمضى أسلحة رصد هذا الواقع وتحليل ظواهره من أجل تفسيره.

- وإن كان واجب الفلسفة الأساسي ـ كما يرى ميشيل فوكو ـ هو تشخيص الحاضر ورؤية الماضي من منظور هذا الحاضر، فتكنولوجيا المعلومات بتغلغلها في كيان المجتمع وتنظيمات مؤسساته ونفاذها إلى قلب جماعاته، هي قرون الاستشعار التي تنقل إلينا نبض هذا الحاضر، ووسيلتنا الفعالة لمداومة إعادة النظر إلى تراث الماضي، وإعادة صياغته وتوظيفه من منظور الحاضر.
- أما إذا كانت الفلسفة أداة لتغيير العالم كما يرى كارل ماركس، فتكنولوجيا المعلومات أمضى أدوات التغير، فهي تغير المصانع والمكاتب والفصول والمنازل، وتغير العقول والسلوك من خلال ما أنتجته من وسائل التعليم والإعلام، الفارق الوحيد أن تكنولوجيا المعلومات ستغير العالم من أسفل لا من أعلى، وهو ما كان يحلم به ماركس نظريا، ويأتي التطبيق العملي ليفرض أيديولوجيته فرضا على الواقع فكانت نهايتها الدرامية المروعة.
- وإذا ما سرنا وراء هسرل في محاولته أن يجعل من الفلسفة علما دقيقا فإن تكنولوجيا المعلومات كما أوضحنا في الفقرة ١: ٣: ٣ قد وفرت لأول مرة معملا تجريبيا لنظرية المعرفة، ووفرت تكنولوجيا الواقع الخائلي معملا تجريبيا لاختبار الفروض الفلسفية بل ربما أيضا التصورات الميتافيزيقية.
- وإذا ما نظرنا للطابع العام الذي اتخذه مسار تطور العلم لوجدناه ـ كما بين لنا توماس كون في الثورات العملية ـ ليس ناعما مستمرا متراكما بل مسارا متقطعا في هيئة سلسلة من النقلات النوعية بفعل الإزاحة شبه المفاجئة في الباراديم العلمي السائد. إن هذا الطابع المتقطع يتسق مع طابع تكنولوجيا المعلومات الذي تعد التقطعية discreteness من أبرز خصائصها، وتشير دلائل عدة أن مسار تطور العلم سيزداد خشونة ووعورة وتقطعية بفعل المتغير المعلوماتي وما سيؤدي إليه من تزايد المفاجآت الإبستيمولوجية.

بصفة عامة، يمكننا القول إن مسار تطور علاقة العلم بالفلسفة قد اتخذ طابعا جدليا من تبعية العلم للفلسفة ليرتد في الاتجاه المعاكس لتصبح الفلسفة تابعة

للعلم، ويزعم الكاتب أن علم عصر المعلومات سيقيم علاقة تبادلية متوازنة مع الفلسفة؛ تصبح فيه الفلسفة فاتحة الطريق أمام العلم، والعلم وتطبيقاته هو الذي يثير الفكر الفلسفي ويطرح أمامه قائمة التحديات وفيض الأسئلة، وقد بدت بوادر هذا التوجه تلوح في الأفق، فها هي مدرسة فرانكفورت تجعل من صناعة الإعلام الحديث، وليد تكنولوجيا المعلومات، محورا لتنظيرها الاجتماعي ومحاولتها للتوفيق بين فكر ماركس وماكس فيبر، أما هيبرماس، أحد رموز الرعيل الأخير لهذه المدرسة في سعيه لمد عمر الحداثة، فيرى أن تكنولوجيا المعلومات والإعلام يمكن أن تكسب مساحة الرأي العام درجة عالية من الشفافية تجعل المجتمع الحديث أكثر قدرة على التكيف لتظل الحداثة متجددة دوما، وفي فكر ما بعد الحداثة يبرز أثر المتغير المعلوماتي بصورة سافرة في فكر جون بودليار الذي يزخر خطابه بمصطلحات المعلومات كالكود والشفرة والقيمة الرمزية وقيمة المعلومات، وقد مثلت المعلوماتية أحد المحاور الرئيسية في فكر ليوتارد كما يتضح في "شرط ما بعد الحداثة".

يوضح شكل (٢ : ١) مسار تطور علاقة العلم بالفلسفة في هيئة سلسلة من النقلات النوعية نتناول أدناه كلا منها بحديث موجز.



رمزنا للنقلة المعلوماتية على مدى الدراسة بمساحة من أرقام الصفر والواحد، عنصري نظام الأعداد الثنائي binary الذي قامت عليه تكنولوجيا المعلومات، لذا فالنقلة المعلوماتية كثيرا ما يرمز لها بالنقلة الرقمية.

01010
10101
01010
10101
01010

شكل (٢ : ١) مسار تطور علاقة العلم بالفلسفة

٢:٢:٢ احتواء الفلسفة للعلم (الفلسفة الطبيعية)

كانت الفلسفة قديما هي الأم الرؤوم ــ على حد تعبير يمنى الخولي ــ التي تطوي بجناحيها سائر العلوم كما هو الحال في الفلسفة الطبيعية لدى الإغريق، والتي كثيرا ما نحت نحوا ميتافيزيقيا، ويكفينا هنا مثال واحد فيما خلصت إليه من أن الأجرام السماوية، بما أنها مقدسة فلا بد ــ من ثم ــ أن تدور في "الشكل المقدس" وهو الدائرة؛ أكثر الأشكال الهندسية اكتمالا وانتظاما.

٣:٢:٢ إنفصال العلم عن الفلسفة

انسلخت العلوم عن الفلسفة واحدا إثر آخر، ويمثل كتاب نيوتن "الأسس الرياضية للفلسفة الطبيعية" "نقطة فاصلة في هذا المسار، وفي تأسيسه لنظرية المعرفة فصل كانط نهائيا ما بين العلم والميتافيزيقيا. لقد فرغ هذا الانفصال الفلسفة من مضمونها الموضوعي لتغرق في الصورية المشوبة بالسفسطائية أحيانا وكادت تصبح ــ على حد تعبير البعض ــ مستودعا لدواء بطولسي يخفف من الآلام العقلية ويثير المشكلات التي لا حل لها.

٤:٢:٢ هجر العلم للفلسفة (الوضعية)

مع ازدهار العلم ونجاحاته الباهرة رضخت الفلسفة للعلم، فنموذج المعرفة الصحيحة من منظور الوضعية كما أسس لها أوجست كونت في القرن التاسع عشر يعني الاقتصار على ما هو موضوعي أمامنا في العالم في الواقع التجريبي ورفض أي استنتاجات فلسفية، وقد اتخذت الوضعية المنطقية التي نشأت في العشرينيات من القرن العشرين سندا من الرياضيات والمنطق والفيزياء فراحت تفرط في علموقراطيتها لتشمل العلوم الإنسانية وعلى رأسها اللغة وعلم النفس وعلم الاجتماع، فعلى صعيد اللغة يلزمنا فيتجنشتين بأن ما يقال يجب أن يقال بوضوح وإلا علينا أن نلوذ بالصمت، كمستودع نودع فيه ما نجهله، ويرى برتراند راسل إمكان وضع لغة منضبطة خالصة تخلو من اللبس والغموض، أما علم النفس الوضعي السلوكي فقد أصابه داء القياس (مقياس الذكاء كمثال) ليختزل ــ على يد بافلوف وآخرين ــ إلى ما يمكن أن يلاحظ ويقاس في إطار ثنائية المثير ورد الفعل، وفيما يتعلق بعلم الاجتماع فقد أوحت وضعية أوجست كونت للبعض أن يجعل منه علما دقيقا فكانت الفيزياء الاجتماعية، وهو ما اعترض عليه كونت بعد ذلك مقرا بأن الظواهر الاجتماعية لا يمكن إخضاعها إلى صرامة القوانين الفيزيائية، وأخيرا وليس

أخرا وبالنسبة لعلم الاقتصاد فقد انقاد وراء العلوم الطبيعية بدلا من العلوم الإنسانية ليحيد بذلك عن غايته الأساسية وهي توفير سبل العيش والحياة الكريمة للجميع، ويغرق في دوامة من المؤشرات والاستبيانات وقوائم الإحصائيات وأصبح شغله الشاغل قيمة التبادل والقيمة النفعية وحساب الأرباح والخسائر، ليجد نفسه في نهاية المطاف عبدا مطيعا في خدمة الكبار على حساب الصغار، لا يحرك فيه ساكنا سقوط الملايين جوعى رغم وفرة الغذاء بما يكفي جميع الأفواه، وتصبح أدوية التجميل الأعلى عائدا أجدى اقتصاديا من أدوية مكافحة الأوبئة وأدوية الإيدز، وباء الفقراء أصلا، لا يقدر على شرائها إلا الأغنياء.

وكان لا بد لتطرف الوضعية العلمي أن يجد من يتصدى له، كما فعل كلور برنارد وكارل بوبر، فالعلم لا يقوم على الملاحظة المباشرة فقط وسيظل هناك دوما من الظواهر ما لا يمكن إخضاعه لآليات القياس القاطعة، وكرد فعل لعلموقراطية الوضعية ظهر "تيار ضد العلم" (٤: ٢٤٠) يعارض العلم من منطلق الدين أحيانا، وبدوافع رومانسية أحيانا أخرى، معلنا أن هناك طرقا أخرى غير العلم للوصول إلى الحقيقة، وأما مثالية كانط فقد اتخذت موقفا وسطا على يد بعض الكانطيين الجدد في فرنسا الذين استلهموا روح فكر سلفهم العظيم دون الالتزام بموقفه الرافض للميتافيزيقيا، فكانت فلسفتهم الوضعية الميتافيزيقية أو الروحية.

لقد أعلنت الوضعية موت الفلسفة، وهكذا أصبح العلم يتيما بعد أن فقد "أمه الرؤوم" ليصبح لعبة في خضم تبادل المصالح ما بين الاقتصاد والسياسة، حيث تقايض مساندته لها بإرضائه بكل السبل، ليتلقى بسببها أنصار البيئة -كواحد من الأمثلة- الضربة تلو الضربة على يد رونالد ريجان وورثته من بعده؛ جورج بوش الأب في موقفه من التنوع البيولوجي، وجورج بوش الابن في موقفه الرافض للالتزام بالحد من نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو.

من جانب آخر، فقد ارتضى العلم لنفسه أن يكون مجرد نشاط لحل المشكلات ليسلم بذلك زمام قيادته إلى التكنولوجيا بصفتها الأداة الرئيسية لحل المشكلات في عالم اليوم، وهكذا أصبح إنتاج العلم في المؤسسات التكنولوجية أكثر منه

في المراكز الأكاديمية (من أمثلة ذلك صناعة الدواء والبترول والبرمجيات) وأصبح تمويل مشاريع البحث العلمي يرتبط ــ أساسا ــ بتطبيقاته العملية وجدواها الاقتصادية.

٢:٢:٥ إعادة الوئام (فلسفة علم عصر المعلومات)

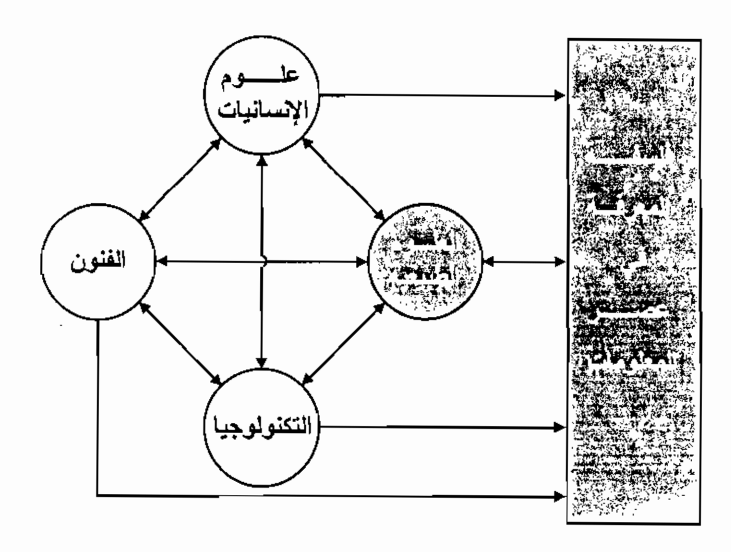
أظهرت النقلة المعلوماتية أن فلسفة العلم لم تعد رفاهية أكاديمية بل ضرورة لإخراج العلم من أزمته الحالية، ومدى حاجته إلى هداية من الفلسفة، ويزعم الكاتب إن علم عصر المعلومات سيعيد الهيبة لفلسفة العلم بل ربما للفلسفة عامة.

وإذا ما قصرنا دور فلسفة العلم في نظرية المعرفة كما فعلت فلسفة العلم في الماضي، فلتكنولوجيا المعلومات دورها الحاسم في الدورة الكاملة لاكتساب المعرفة: نفاذا إلى مصادرها، واستيعابا لمفاهيمها، وتوظيفا لنتائجها، وتوليدا لجديدها وإهلاكا لقديمها. ناهيك عن كسر تكنولوجيا المعلومات لاحتكار الذكاء من قبل الإنسان، واكتساب الآلة القدرة على اكتشاف المعرفة وتوليدها والذي أشرنا إليه في الفقرة ١: ٣: ٣.

وكما ستعيد تكنولوجيا المعلومات الوئام بين العلم والفلسفة ستعمل كذلك على إقامة الوصال بين العلم وما هو خارجه، خاصة على صعيد الأخلاق التي كادت أن تصبح تابعة للعلم وناتجا فرعيا للتكنولوجيا، تؤكد ذلك سلسلة صيغ "المضاف والمضاف إليه" التالية والتي ترد فيها "الأخلاقيات" في موضع المضاف، أي التابع: أخلاقيات المعلومات وأخلاقيات التكنولوجيا وأخلاقيات الميديا، وأخلاقيات البيئة، وأخلاقيات الهندسة الوراثية، وما شابه، فأوشكت بذلك فلسفة الأخلاق أن تتحول إلى شكل من أشكال تقاليد المهنة. في حين أن أزمة القيم الحالية لن تتأتى إلا بالتخلص من هذه التبعية، ورد الأمر إلى نصابه بأن تصبح التكنولوجيا ذاتها فرعا من فلسفة الأخلاق، فبدون ذلك لا يمكن المواءمة بين القيم المادية والروحية، وبين الإلزام والالتزام، وبين مصالح الفرد ومصالح الجماعة، ولا أمل في تحقيق ذلك إلا بأن نجعل التكنولوجيا مرة أخرى تابعة للعلم لا العكس كما هو حادث الآن، وتبعية التكنولوجيا للعلم تعني تحرره من قبضتها ليسترد حقه الطبيعي في أن يكون

حرا طليقا في اختيار موضوعاته ومناهجه وإشكالياته كما كان عليه الحال في الماضي ، وكل معرفة علمية جديدة يمكن أن تقوم عليها تطبيقات تكنولوجية عديدة يتم اختيار أنسبها وتحديد أولوياتها على أسس أخلاقية بما فيه صالح جميع الفئات والجماعات والأجيال. لقد دفع العالم ضريبة باهظة بسبب النمط الذي سار عليه استخدام التكنولوجيا للعلم: من التطبيقات العسكرية فالتجارية لتأتي التطبيقات الاجتماعية والثقافية في المؤخرة.

لقد اختزلت فلسفة المعرفة فيما مضى إلى فلسفة للعلم، بل يجوز القول إلى فلسفة العلم الطبيعي دون سواه بصفته اللاعب الرئيسي ـ وربما الوحيد ـ في ساحة المعرفة، وهو وضع يتناقض ـ في جوهره ـ مع طبيعة معرفة عصر المعلومات حيث الارتباط الشديد بين علوم الطبيعيات وعلوم الإنسانيات، وبين العلوم والفنون، وبين العلم والتكنولوجيا، مما سيجعل كل هذه الأجناس المعرفية ـ كما يوضح شكل (٢ : ٢) ـ تصب في مسار فلسفة المعرفة، وهو الأمر الذي يتطلب بدوره تمحيص دقيق للعلاقات البينية بين هذه الأجناس المعرفية الأربعة، خاصة العلاقة ما بين علوم الطبيعيات وعلوم الإنسانيات، والتي تعد ركيزة أساسية لتمحيص العلاقات البينية بين العلوم والفنون والتكنولوجيا.



شكل (٢ : ٢) تغطية فلسفة المعرفة لأجناس المعرفة المختلفة

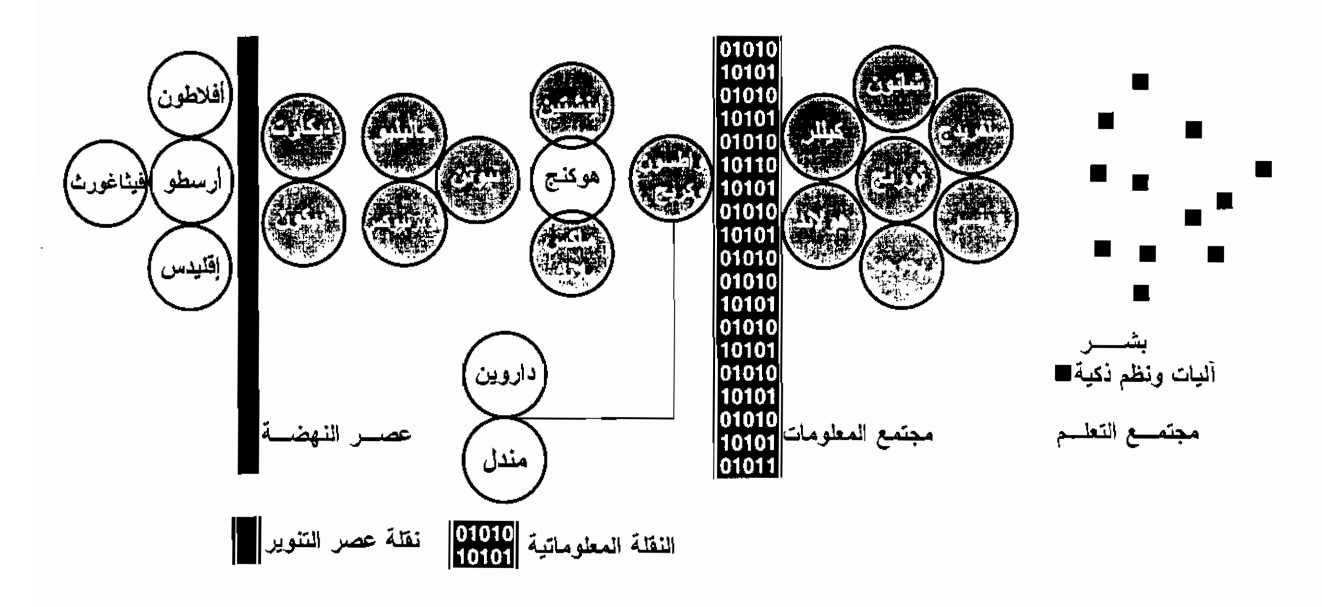
وختاما لحديثنا عن تطور علاقة العلم بالفلسفة، فقد شهد القرن العشرين فئة من "العلماء ــ الفلاسفة" من أمثال برتراند راسل وأينشتين وإرنست ماخ، وإن كان هذا استثناء فيما مضى فعلى ما يبدو - ومع ارتقاء المعرفة الإنسانية - فلا بد للعالم أن يكون فيلسوفا وللفيلسوف أن يكون عالما، وربما يجوز لنا أن نضيف ولا بد للعالم أن يكون فنانا، وللفنان أن يكون عالما.

٢ : ٣ تطور العلم من حيث القائمين به : النقلة المعلوماتية

٢:٣:١ العلم : بين المكتشف والمخترع

بصفة عامة، يمكن القول: إن العلم قد تطور فيما مضى على يد الفلاسفة ومنهم إلى صفوة العلماء البارزين يتراوحون تارة، بين العالم المكتشف والعالم المخترع، من أمثلة ذلك فراداي مخترع الدينامو والموتور وماكسويل مكتشف الأساس النظري للكهرومغناطيسية، وأينشتين مكتشف النسبية والكهروضوئية ومعاصره، وغريمه، رزرفورد مخترع أنبوبة الكاثود وأجهزة توليد الأشعة السينية. إن هذا النمط على وشك أن تطرأ عليه نقلة حادة حيث سيصنع العلم على يد باقة من العلماء المكتشفين والتكنولوجيين المخترعين. لقد طغى الاكتشاف حتى وقت قريب على الاختراع، ووصل الأمر بالبعض إلى حد أن أعلن موت المخترع، ولكن تسارع الاكتشافات بفعل تكنولوجيا المعلومات، متضافرة مع التكنولوجية الحيوية، سيزيد الطلب على المخترعين والمبتكرين إلى حد يمكن أن يصل إلى أن تحدد الاكتشافات العلمية مطالبها من الوسائل الابتكارية مسبقا.

يوضح شكل (٢ : ٣) مسار تطور العلم من حيث القائمين به في سلسلة من النقلات النوعية نتناول أدناه كلا منها بحديث موجز.



شكل (٢ : ٣) مسار تطور العلم من حيث القائمين به

٢:٣:٢ ثلاثيـــة فيثــــاغورث وأرسطو وإقليدس

يحفل تاريخ الحضارة الإغريقية بفلاسفة عظام كان لهم أعظم الأثر فـــي مســـار تطور العلم عبر القرون، وقد اخترنا من هؤلاء الفلاسفة ثلاثة هم فيثـــاغورث وأرسطو وإقليدس حيث يرمز كل منهم إلى توجهات معرفية ذات دلالة خاصة لما يهدف إليه حديثنا الراهن، وهي التوجهات التي نلخصها فيما يلي:

(أ) **فيثاغورث:** مؤسس علم الحساب، والقائل بأن كل شيء في العالم ما هو ــ في جوهره ــ إلا أرقام، ويرجع الفضل إلى فيثاغورث ــ كما يقــول زيبروفسكي (١٣: ٣١) ــ في زرع بذرة التجريبية التي امتهنها أرسطو إلى حد الازدراء(*)، وكذلك الربط بين علم الحساب النظري والتجربـــة العملية فيما قام به من دراسات للعلاقة بين طـــول الأوتـــار الموسـيقية وموضع القنطرة التي تحدد مدى الشد بها، وبين الأصوات المولدة منها، وأثبتت بذلك إمكان العثور على أنماط رياضية فـــي الطبيعـــة، وهكـــذا أعطى مثالا مبكرا للجمع بين الصوري والإخباري والعملي(**).

* لم يصادف هذا الرأي هوى لدى يمنى الخولي، وفي رأيها أن أرسطو لا يخلو من النظرة الواقعية، فقد كان يوصي تلاميذه من قادة جيوش الإسكندر الأكبر أن يحضروا له عينات من البلدان التي يفتحونها لتكتمل دراساته البيولوجية وتصنيفه للأحياء.

** يقصد بمصطلح "العلم الإخباري" العلم الذي يتناول مجالا معينا مثل الفيزياء والكيمياء والفلك وعلم النفس واللغة وهلم جرا، علـــى عكـــس "العلـــم الصوري" الذي لا يخبر عن موضوع معين، كالرياضيات والمنطق والإحصاء.

(ب) **أرسطو:** صاحب الفكر النظري على أساس عقلاني بحت، الرافض لمبدأ التجريب واللجوء إلى الواقع للتحقق من صحة المبادئ العامة المطلقة التي لا يمكن تفسيرها بدلالة أي شيء آخر، بالإضافة إلى ذلك فقد اتسم فكر أرسطو باشتماله على العلم الصوري متمثلا في المنطق الأرسطي، وعلى العلوم الإخبارية (الموضوعية) التي شملت ضمن ما شملت: الفلك والطبيعة والبيولوجيا واللغة.

ربما يعترض البعض على أن نذكر أرسطو ونغفل أستاذه أفلاطون، وتبريرنا ذلك أن مساهمته في مسيرة تطور العلم كان محدودة للغاية إن لم تكن منعدمة.

(ج) **إقليدس:** مؤسس الهندسة الإقليدية التي صمدت قرونا حتى ثبت عجزها مؤخرا عندما اضطر أينشتين إلى اللجوء إلى الرياضيات اللاإقليدية في مقام طرحه لمفهوم الفضاء الزمكاني ضمن نظرية النسبية العامة.

٣:٣:٢ ثنائية بيكون ـ ديكارت

في الأرجانون الجديد، دستور علم عصر التنوير، أعلن بيكون نهاية "أرجانون أرسطو"، وهاجم بشدة المنطق الأرسطي (٤ : ٦٤)، ليعلن بذلك القطيعة المعرفية مع فكر العصور الوسطى، القائم على فكر أرسطو بصورة أساسية، ويدين إهمال هذا الفكر للطبيعة التي أصبحت في نظر بيكون كتابا مفتوحا ما على العلم إلا أن يقرأه من خلال منهجه الاستقرائي التجريبي الذي لا منهج سواه للوصول إلى المعرفة السليمة.

لقد كان بيكون بتركيزه على الشق المنهجي لاكتساب المعرفة صوريا محضا، وبقدر ما كان نجاحه على صعيد "الصوري" كان إخفاقه على صعيد "الإخباري" ونظريته في مجال الطبيعة والمعروفة بمجموعة الطبائع الإثنى عشر ينظر إليها كنوع من "الهزل العلمي"، وهو بنجاحه "صوريا" و"إخفاقه إخباريا" قد أعطى مثالا واقعيا لإمكانية الفصل الإبستيمولوجي بين ماهية العلم وكيفية القيام به وهو الأمر الذي نال ما يستحقه من اهتمام من قبل فلسفة العلم وتاريخه.

هذا عن بيكون، أما ديكارت، أبو الفلسفة الحديثة، فقد أكدت عقلانيته الصرفة على قدرة العقل على إدراك الحقيقة بالحدس أي بالإدراك الفوري المباشر وصولا إلى الحقائق اليقينية المطلقة. لقد حقق ديكارت على الجانب الصوري إنجازا شامخا حيث نجحت الرياضيات الديكارتية (التحليلية كما تسمى أحيانا) أن توحد بين حساب فيثاغورث وهندسة إقليدس، وهي الرياضيات التي مثلت نقطة الانطلاق الأساسية لفيزياء نيوتن من بعده.

أما على الجانب الإخباري فقد كان تأثير ديكارت غير مباشر، لكنه -بالحتم- ليس أقل أهمية، حيث ظلت ثنائياته الشهيرة: الفكر والوجود، الروح والجسد، الذات والموضوع بمثابة منطلقات أساسية للعلوم الإخبارية من بيولوجيا الكائنات الحية إلى علم النفس (ثنائية العقل والمخ) ومن الفسيولوجيا (مبدأ الحيوية) إلى علم اللغة (المعنى واللفظ)، وظل العلم لمدة طويلة يطارد شبح ديكارت حتى قرر في النهاية أن يتخلص من تركة ثنائياته بأكملها.

٤:٣:٢ ثلاثية كوبرنيوكس ـ جاليليو ـ نيوتن

يعد إنجاز كوبرنيوكس تجسيدا رائعا لـ "نظرية الرجل العظيم the great" التي يتردد ذكرها في خطاب تاريخ العلم، ويعد كذلك، في إطار ثنائية الصوري ـ الإخباري، نموذجا مثاليا للعلم الإخباري النظري البحت، فقد مثلت رؤيته النظرية من كون الشمس، لا الأرض، هي مركز الكون نقطة انقلاب حاسمة معلنا بذلك نهاية العلم القديم وبداية العلم الحديث، وفي المقابل يمثل جاليليو النموذج الإخباري الجامع بين النظري والتجريبي، فقد أسس للديناميكا الحديثة بوضعه قوانين الحركة النظرية مقرونة بالتجربة العملية ناقلا إياها إلى حركة الأجسام الأرضية، بالإضافة إلى إثباته عمليا صحة ما خلص إليه كوبرنيوكس نظريا فيما يخص مركزية الشمس. أما إسحاق نيوتن فقد وضع الهيكل المتكامل للفيزياء الكلاسيكية ومهد كذلك لدراسة الضوء باكتشافه الطيف الضوئي، ليعطي نموذجا فريدا يصعب أن يتكرر للجمع بين العلم الإخباري والعلم الصوري من جانب، والعالم المكتشف والعالم المخترع على المستوى النظري من جانب آخر(*). لقد انطلق نيوتن

* باستثناء ربما يكون الوحيد في استخدامه للمنشور الزجاجي لتحليل الطيف.

ــ كما أشرنا سلفا ــ من رياضيات ديكارت وقوانين الحركة لجاليليو، ووحد بين حركة الأجرام السماوية والأجسام الأرضية. أما إنجازه على الجانب الصوري فهو اختراعه لحساب التفاضل والتكامل والذي كان بدافع الحاجة النظرية على الصعيد الإخباري، حيث تطلب حساب أثر القوى على حركة الأجسام الصلبة أن يفتت الكل إلى أقصى درجات التناهي في الصغر باستخدام حساب التفاضل، وحساب محصلة الكل بتجميعه بدءا من عناصره في أقصى درجات تناهيها في الصغر باستخدام حساب التكامل، لقد وضع نيوتن أيدينا على "الميكرو التصوري" في أقصى حالات تناهيه والذي نجح ماكس بلانك في اكتشاف نظيره المادي في مجال الطاقة كما سنوضح في الفقرة القادمة.

٢:٣:٥ ثنائية أينشتين ــ ماكس بلانك

تمثل ميكانيا الكوانتم التي أسس لها ماكس بلانك والتي لحقت بها نسبية أينشتين بفارق خمس سنوات، ثورة كبرى: ثورة الفيزياء الحديثة التي سحبت البساط من تحت أقدام فيزياء نيوتن الكلاسيكية. يمثل الكوانتم ذرة الطاقة وتربط معادلة ماكس بلانك الشهيرة بين طاقة الإشعاع وطول موجته بالنظر إلى الإشعاع بوصفه فيضا متدفقا من جسيمات (كوانتات) الطاقة.

أما أينشتين فهو ــ بلا منازع ــ عبقري التوحيد بين ثنائيات العالم الفيزيائي، حيث وحدت نظريته عن الكهروضوئية بين الموجي والجسيمي (الممثل هنا بالفوتون أو الكوانتم الضوئي) ليضع بذلك فيزياء الضوء على مسارها العلمي السليم بعد أن احتار في أمره من سبقوه ما بين التفسير الموجي المستمر وما بين التفسير الجسيمي المتقطع، ووحد كذلك في النسبية الخاصة بين الكتلة والطاقة بمعادلته الشهيرة (ط= ك ع٢) ووحد في النسبية العامة بين ثنائية الوجود الأساسية، أي ثنائية المكان والزمان، والتي أصبح في إطارها كل من المكان والزمان نسبيا لا مطلقا كما افترضته الفيزياء الكلاسيكية لنيوتن، وأينشتين بذلك هو النموذج الأمثل للعالم الإخباري الصرف، حيث عادة ما كان يستعين بزملائه من الرياضيين، وقد استعان بالرياضيات اللاإقليدية التي أسس لها غيره في إثبات فرضيته عن تحدب الفضاء الزمكاني، ومازلنا نذكر قولته الشهيرة من ما عاقه شيء عن وضع نظرية للمجال الموحد سوى عدم

توفر الرياضيات المناسبة. بجانب كونه إخباريا صرفا فقد كان أينشتين نظريا بحتا، وجاء إثبات نظريته عن تحدب الفضاء الزمكاني على يد اللورد إدينجتون الفلكي البريطاني عندما رصد تلسكوبيا تحدب طفيف لشعاع الضوء في لحظة كسوف الشمس، وهو ما يذكرنا بما فعله جاليليو بتلسكوبه في إثباته صحة نظرية كوبرنيوكس عن مركزية الشمس.

ورغم كل هذه الإنجازات في المجال الفيزيائي النظري فما زال الشوط طويلا والعالم كله ينتظر ما يمكن أن يأتي به ستيفن هوكنج في مسعاه للتوحيد بين نسبية أينشتين وفيزياء الكوانتم لماكس بلانك.

٦:٣:٢ ثنائية واطسون ـ كريك

يمثل واطسون ــ كريك، مكتشفا الحلزون المزدوج، نموذجا مثيرا لنعلم الإخباري النظري عندما يتجاوز العلم التجريبي الذي أنجزه معاصروهما، أو أسلافهم الأقربون، في مجال علم الوراثة.

لقد وضع واطسون وكريك أيديهما على الميكرو البيولوجي، واكتشفا لغة الجينات، ألفباء صنع الحياة، فعلى أساسها يتم تصنع جميع أنواع البروتينات، وهي اللغة ذات الحروف الأربعة التي تشترك فيها جميع الكائنات الحية بمختلف أشكالها، ونحن البشر جميعا تربطنا صلات وثيقة على مستوى وحدة البناء البيولوجية الأساسية مع جميع الكائنات الحية من أرقى صورها الحيوانية والنباتية إلى أدنى صورها في الأميبا وما دونها من أشباه الأميبا وأركياتها المتعددة، والأهم من ذلك، من منظور فلسفة العلم. أن لغة الجينات قد وحدت ــ على مستوى الأساس ــ بين علوم الطبيعيات وعلوم الإنسانيات بكونها ــ أي لغة الجينات ــ همزة الوصل بين البيولوجي، ذروة علوم الطبيعيات، واللغة التي تتسنم قمة علوم الإنسانيات.

٧:٣:٢ باقة العلماء والتكنولوجيين

وفقا لستيفن جونسون فإن نظرية توماس كون التي طرحها في كتابه عن الثورات العلمية على وشك الأفول بفعل المتغير المعلوماتي أيضا، سواء فيما يخص "نظرية الرجل العظيم"، أو العبقري الفرد الذي يخرج لنا من معمله أو مكتبه أو مكتبته، بفكره باهرة يتغير على أثرها العالم فجأة بين عشية

وضحاها كما أسلفنا في حديثنا عن كوبرنيوكس، أو نظرية إزاحة البـــاراديم paradigmatic shift حيث يستيقظ المتخصصون ليجدوا أنفسهم يعملـــون فـــي إطار فكري مغاير تماما يعلن القطيعة المعرفية على ما قبله، وغالبا ما تتـــم إزاحة الباراديم على يد عالم فذ واحد، كما في حالة نيوتن وأينشتين، أو عـــدد محدود للغاية كماكس بلانك وهينزبرج في فيزيـــاء الكوانتـم، أو واطســـون وكريك وروزالند فرانكلين(*) في البيولوجيا الجزيئية (٢٣).

إن مسار تطور العلم يشهد حاليا نقلة نوعية من حيث القائمين به حيث يقوم به ــ كما أوضح ستيفن جونسون ــ باقة من العلماء والتكنولوجيين، وقد أعطـــى مثالا لذلك بكوكبة المنجزين العباقرة التاليين:

- **آلان تورنج:** مؤسس رياضيات الكمبيوتر سواء على مســـتوى العتـــاد أو البرمجيات.
- **إيليا بريجوجين:** منظر نظم الديناميكا الحرارية المفتوحة ذات السلوك غير الخطي.
- **نوبرت فينر:** مؤسس علم السبرناطيقيا أساس نظرية التحكم.
- **كلود شانون:** واضع نظرية المعلومات
- **أوليفر سيلفردج:** مبتكر البرمجيات ذات القدرة على التعلم ذاتيا من خـــلال تفاعلها المباشر مع خارجها، وتابعه جون هولايد مبتكر أسلوب البرمجـــة القائمة على الخوارزميات الوارثية التي سبق أن أشرنا إليه في الفقرة ١: ٣: ٢ ــ بند (ب).
- **إيفيلن كيلر:** مؤسسة الرياضيات البيولوجية

وقد أعطى تيد أتتون في كتابه "العلم الجسور: سبعة علماء يغيرون عالمنــــا" مثالا آخر لباقة من العلماء والتكنولوجيين:

- **كريج فنتر:** مبتكر كثير من التكتيكات التي دفعت بالثورة الجينيـــة إلـــى الأمام.
- **سول بيرلموتر:** رائد استكشاف السوبرنوفا.

(*) التي قامت بتصوير الدنا تصويرا بلوريا بأشعة إكس والتي بناء عليها خمن واطسون وكريك أن الدنا يظهر في شكل للحلزون المزدوج.

- **سوزان جرينفيلد:** رائدة دراسة العقل وظاهرة اللاوعي.
- **جيفري مارسي:** مكتشف الكواكب خارج المنظومة الشمسية.
- **جرتشين دايلي:** البيولوجية مؤسسة نظرية للبيئة من منظور تعدد العلوم.
- **بولي ماتزينجر:** صاحبة الثورة العلمية في علم المناعة.
- **كارل ويز:** عالم التطور المكتشف لأشكال جديدة من الحياة في فئة الكائنات الميكروية.

وإن كانت الباقة الأولى أكثر تقاربا من حيث المجال العلمي وتباعدا ـ نسبيا ـ من حيث المدى الزمني، فالباقة الثانية أقل تقاربا من حيث الموضوع وأقل تباعدا زمنيا، وأكثر نزوعا لكسر الحواجز الفاصلة بين فروع المعرفة المختلفة.

إن الثورة العلمية تحدث هذه المرة، من أسفل إلى أعلى، فبعد سنوات من الجهود العلمية والتكنولوجية المتناثرة والمتزامنة تنبثق الثورة العلمية من هذا "الموزاييك المعرفي" كطفرة إبستيمولوجية متسقة ومتكاملة. لقد نقلت النقلة المعلوماتية طابع التشظي، الذي تتسم به تكنولوجيا المعلومات، إلى صنب عملية إنتاج العلم ذاتها بعد أن أصبحت هذه العملية موزعه على مجموعة من المنجزين، وكما تشظوا هؤلاء تشظت مؤسسات إنتاج العلم، وتوشك أن تنقرض مؤسسات إنتاج العلم العملاقة، وليدة عصر الصناعة، لتحل محلها الكيانات الصغيرة، الأكثر دينامية وجرأة وقدرة على اقتناص الفرص العديدة التي يتيحها مجتمع المعرفة.

وربما يقول قائل ألم يحدث ذلك من قبل؟ مشيرا إلى دائرة فيينا في العقود الأولى للقرن العشرين، عندما اجتمعت زمرة الموهبة غير العادية من الفيزيائيين ذوي الميول الفلسفية وعلماء الرياضيات وعلماء الاجتماع وعلماء اللغة الذين أسسوا الفلسفة الوضعية المنطقية، ولكن هناك فرقا أساسيا يكمن في كون دائرة فيينا كانت تتحرك من علوم أغلبها قائم بالفعل بغرض توحيدها على الصعيد المنهجي في إطار فلسفتهم الوضعية المنطقية، في حين تسعى باقة العلماء والتكنولوجيين المشار إليهم إلى توليد علم جديد أصلا، ربما يؤدي في وقت ما إلى ظهور فلسفة جديدة.

٢:٣:٧ باقـة العلمـاء والتكنولوجيين

سيتطور مجتمع المعلومات تدريجيا صوب مجتمع التعلم الذي نترقبه جميعـا، والذي سينشر المعرفة ويصهرها في كيان المجتمع بصورة غير مسبوقة، وإن كان الانتقال من مجتمع الصناعة إلى مجتمع المعلومات قد أدى إلى تشـظي عملية إنتاج العلم، فإن الانتقال إلى مجتمع التعلم سينشر عملية إنتاج المعرفـة على أوسع نطاق، فهو مجتمع المعرفة الحق الذي لن يتيـح فقـط المعرفـة للجميع بل سوف يتيح أيضا فرصا متكافئة لإنتاجها، لتصبح "دمقرطة العلـم" واقعا لا مجرد شعار، ولن يقتصر إنتاج المعرفة على البشر فقط بل ستشـارك فيه الآلات والنظم الذكية أيضا بعد أن كسرت تكنولوجيا المعلومات احتكـار الإنسان للذكاء ومن ثم لعملية توليد المعرفة، كما ذكرنا في الفقرة ١: ٣: ٣.

لقد بشر فرانسيس بيكون منذ قرون بمدنية علم فاضلة، "أتلانتـس الجديـدة"، نموذج مثالي لمجتمع علمي متكامل تجتمع فيه نخبة من العلماء فـي سـائر التخصصات لكي يحقق العلم المنفعة القصوى للبشر، وألا ليت بيكون مـازل حيا بيننا فيرى ما فعله بنا علم نخبته، فهل لنا الحق بعد هذا أن نحلم بأتلانتس جديدة أخرى كما فعل هو في أرجانونه الجديد، تقوم علـى علـم لانخبـوي تتضافر فيها العقول من خلال الذكاء الجمعي ويشارك فيها الجميـع: نخبـة وعامة، بشر وآلات، مؤسسات وأفراد.

٢ : ٤ تطور موضوعات العلم المحوريـة : النقلـة المعلوماتية

٢:٤:١ مـن الشـمولية المفتعلـة إلـى الميتامعرفية المتعمقة

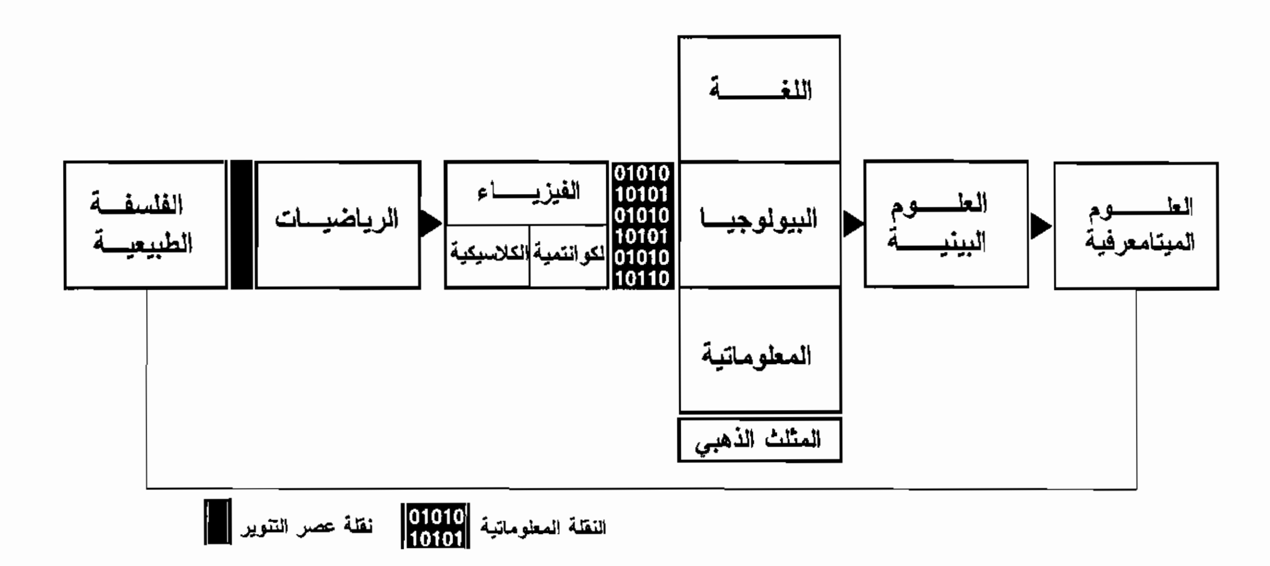
تنزع الفلسفة ــ بحكم طبيعتها ــ إلى التحـرك أفقيا في حيـن ينـزع العلـم ــ بحكم الضرورة ــ إلى التعمق رأسيا، وهو ما فرض على فلسفة العلـم أن تحدد موقفها وموقعها ما بين شمولية الفلسفة وتخصصية العلم، وبينما كـانت الفلسفة الطبيعية شاملة لجميع العلوم الطبيعية ظل النطاق المعرفـي يضيـق حتى تمحورت فلسفة العلم ــ وحتى يومنا هذا ــ حول الفيزياء التـي عـلا شأنها وطغى منهجها على باقي العلوم الطبيعية، بل وبعض الإنسانية أيضـا، لتحقق بذلك نوعا من التوحد الإبستيمولوجي على مستوى المنـهج يمكـن أن نصفه: بـ"الشمولية المفتعلة"، وهو ما أدى إلى فشلها بعد أن رفضت كوكبـة

العلوم أن تخضع لاحتوائية الفيزياء، ومضى العلم في تفرعه وتخصصه مما أدى إلى تشرذم خريطة المعرفة الإنسانية، وظهرت الحاجة إلى "لم الشمل" المعرفي فكانت العلوم البينية من قبيل: الكيمياء الفيزيائية، وعلم اللغة النفسي، والمنطق الرياضي، والتي تسعى ــ في أغلب الأحيان ــ لنوع من الائتلاف العلمي على المستوى الإخباري مع احتفاظ كل مجال علمي بمناهجه، ويزعم الكاتب أن تصدي العلم لظاهرة التعقد، وما ستقدمه له تكنولوجيا المعلومات من دعم متزايد من أجل مواجهته، سيفرز توجها إبستيمولوجيا أرقى للتوحد المعرفي يؤالف بين الإخباري والمنهجي، ويرجع ذلك إلى سببين رئيسيين:

- ما يفرضه التعامل مع التعقد من تضافر عدة مجالات معرفية، بغض النظر عن المجال الذي تقع فيه ظاهرة التعقد: فيزيائيا كان أو بيولوجيا أو نفسيا أو اجتماعيا، وكمثال على ذلك نشير إلى ما أوردناه في الفقرة ١: ٣: ٣ ــ بند (أ) بشأن التوجه المتعدد التخصصات الجاري حاليا لتناول إشكالية المخ.
- ما تفرضه المعالجة الحاسوبية للمشكلات العلمية من التعامل معها على مستويات أعمق من التجريد، ولا غرابة في ذلك؛ فحل جميع المشكلات التي تعالج حاسوبيا لا بد أن يؤول في النهاية إلى ثنائية "الصفر والواحد"، أقصى درجات التجريد الرياضي والمنطقي، ومع زيادة التجريد تبرز أوجه التماثل الشكلي isomorphism، ويزداد التآخي الإبتستيمولوجي ــ إن جاز التعبير ــ بين الفروع العلمية المختلفة.

في ضوء ما سبق فإن التناول العلمي لظاهرة التعقد سيؤدي ــ إن لم يكن قد أدى بالفعل ــ إلى ظهور فروع علمية جديدة يمكن أن نطلق عليها "العلوم الميتامعرفية" أو "الجشتاليتية"، القادرة على اختراق الحواجز الفاصلة بين الفروع العلمية المختلفة: إخباريا ومنهجيا. إنها العودة إلى الشمولية ولكن بشكل أصيل قائم على عمق البصيرة العلمية لا ضحالتها كما كانت عليه الحال بالنسبة للفلسفة الطبيعية.

يوضح شكل (٢ : ٤) مسار تطور العلم من حيث الموضوع المحوري في هيئة سلسلة من النقلات النوعية نتناول أدناه كلا منها بإيجاز.



شكل (٢ : ٤) مسار تطور العلم من حيث الموضوع المحوري

٢:٤:٢ الفلسفة الطبيعية

الفلسفة الطبيعية ـ كما حددها الفكر الإغريقي ـ شاملة لجميع المعارف، وقد ظلت هذه الشمولية مترسخة حتى فكر عصر التنوير، وربما بعده أيضا، فقد تصور بيكون أن منهجه الاستقرائي التجريبي يمكن تطبيقه على جميع فروع المعرفة، ولا تفرق رياضيات ديكارت بين فرع وأخر، وينظر أهل الوضعية المنطقية إلى العلم بوصفه نسقا شاملا موحدا.

٣:٤:٢ شمولية الرياضيات

في تدشينه لفلسفة المعرفة جعل ديكارت من الرياضيات العلم الأساسي الذي يمكنه حسم جميع إشكاليات المعرفة العلمية: طبيعية كانت أم إنسانية، فكل شيء في تصوره أتوماتيات، ولم يستثن من ذلك إلا عقل الإنسان، ومن ثم فهي قابلة لأن تخضع للرياضيات بصورة أو بأخرى.

تتمتع الرياضيات بمكانة سامية في سلمية المعرفة العلمية، وأصبحت بحق ـ وفقا لتعبير يمنى الخولي ـ تاج العلم ورمزه المبجل والبحث الصوري الرفيع المترفع عن شبهة الحواس، وهكذا أصبحت الرياضيات الأنموذج الأمثل لليقين العلمي (٤: ١٠٥).

تراوحت علاقة الرياضيات بالعلوم من حيث السبق واللحاق بصورة نلخصها في أنماط العلاقات الزمنية التالية:

(أ) **العلم يطبق رياضيات سابقة عليه:** والمثال النموذجي على ذلك تطبيق نيوتن لرياضيات ديكارت التحليلية حيث اتحد الاستدلال الرياضي مع واقع الفيزياء التجريبية ليعطيا مثالا رصينا للقاء الصوري مع الإخباري، وهو ما سعت سائر العلوم الأخرى للاحتذاء به كشرط لانضمامها إلى حظيرة العلم الدقيق.

(ب) **تزامن العلم مع اختراع الرياضيات:** ومثالنا هنا نستقيه أيضا من فيزياء نيوتن واختراعه ــ بدافع الحاجة ــ لحساب التفاضل والتكامل من أجل التحليل العلمي لديناميكا حركة الأجسام الصلبة، كما ذكرنا في الفقرة ٢: ٣: ٤.

(ج) **الرياضيات لاحقة بالعلم:** والمثال على ذلك ما قامت به كيلر وسيجلز في تأسيس علم الرياضيات البيولوجية للارتقاء بالبيولوجيا من المستوى الوصفي الحالي، وتأصيلها برهنة وتحليلا وتمثيلا.

(د) **العلم في انتظار الرياضيات:** عندما لا يجد العلم الرياضيات المواتية فما عليه إلا أن ينتظر، وهو الوضع الذي أصبح عليه العلم حاليا في صدد تعامله مع ظاهرة التعقد.

(هـ) **الرياضيات تنتظر علما يطبقها:** بعد أن انطلقت الرياضيات الإكسومية في عالم لا حدود له، راحت تستحدث نسقا رياضيا تلو آخر لعله يلتقي يوما بعلم يطبقه، وقد تحقق للرياضيات هذا التوسع اللامحدود بعد أن أصبح من حقها، ــ ما دامت ملتزمة بشروط الاتساق الرياضي ــ أن تفترض أية بديهيات axioms، وأية مسلمات postulates، وتضع لنفسها أي تعريفات لتقيم عليها ما يحلو لها من أساليب مبتكرة للاستدلال الرياضي.

ويتوقع الكاتب أن علم عصر المعلومات سيزيد من الطلب على الابتكار الرياضي، وسيكسب العلاقة بين الرياضيات والعلم مزيدا من التفاعلية

وسيوسع من نطاق أنماط العلاقات التي يمكن معالجتها بالتجريد الرمزي، وللحديث بقية في الفقرة ٣: ٣: ٢.

٢: ٤: ٤ التمحور حول الفيزياء

كما أشرنا سلفا، تمحورت فلسفة العلم في القرن العشرين حول الفيزياء، ويمكن النظر إلى تاريخ تطور العلم من منظور تعامل الفيزياء مع الميكروالمادي المتناهي الصغر المتمثل في الجسيمات الذرية، ومع الماكروالمادي المتناهي الكبر كما في الفيزياء الكونية، واعتبرت الفيزياء من قبل الكثيرين العلم الأساس الذي ترتكز عليه كثير من فروع العلوم الطبيعية الأخرى، بل تمادى البعض في شغفة بالفيزياء فراح، مدفوعا بحلمه الإبستيمولوجي، يدفع بالإنسانيات دفعا إلى الانضواء تحت لوائها فكان الفشل الذريع، الذي يرجع ـــ في الأساس ـــ إلى كون العلوم الإنسانية والاجتماعية تتعامل عادة مع عدد هائل من المتغيرات، في حين لا تستطيع الفيزياء رغم بصيرتها النافذة إلا التعامل مع عدد محدود جدا من المتغيرات (١٣: ٢٥)، من أمثلة ذلك:

- الديناميكا الميكانيكية: الكتلة ـــ السرعة ـــ العجلة
- الديناميكا الكهربية: الجهد ـــ التيار ـــ المقاومة
- الديناميكا الحرارية: الكتلة ـــ الضغط ـــ درجة الحرارة

٢: ٤: ٥ ثلاثية البيولوجيا والمعلوماتية واللغويات: المثلث الذهبى

باقتراب القرن العشرين من نهايته برزت البيولوجيا لتنتزع من الفيزياء عرشها التي تربعت عليه طويلا في مملكة العلم، حتى راق للبعض أن يطلق على القرن الواحد والعشرين قرن البيولوجيا، وبالرغم من هذه الهالة التي تحيط بالبيولوجيا حاليا، والتي تستحقها عن جدارة، يزعم الكاتب أنها ـــ أي البيولوجيا ـــ لن تنفرد بقيادة الركب العلمي، كما فعلت الفيزياء قبلها، بل ستشاركها في ذلك اللغة والمعلوماتية، لتكون ثلاثيتها رأس الحربة للمعرفة الإنسانية الشاملة، أو "المثلث الذهبي"، إن جازت لنا هذه التسمية تأكيدا للجدارة الإبستيمولوجية العالية التي تحظى بها هذه الثلاثية، وهو الموضوع الذي سنخصه بحديث مفصل في الفقرة ٢ : ٩.

إن انفراد الفيزياء بمسيرة تطور العلم فيما مضى قد نجم عنه جرف معرفي هائل يفصل ما بين علوم الطبيعيات وعلوم الإنسانيات، وهو ما يجب تلافيه، وما يسعى المثلث الذهبي لتحقيقه من خلال الائتلاف بين "الطبيعي"، متمثلا في البيولوجيا، "سندريلا علوم الطبيعيات"، و"الإنساني" متمثلا في اللغة، لكونها المدخل الرئيسي لتناول علوم الإنسانيات وفي مقدمتها علم النفس وعلم الاجتماع، و"الرمزي" متمثلا في المعلوماتية، الأداة الأساسية لمعالجة الرموز.

ربما يجول بخاطر البعض هنا سؤال يناوش علاقة الفيزياء والبيولوجيا: من الذي يطوي الآخر في عباءته؟ هناك من يقول إن الفيزياء هي الحاوية للبيولوجيا، فهي ــ أي الفيزياء ــ تتعامل مع العنصر المادي الذي تبنى منه كل الكائنات الحية وغير الحية، وإن مفتاح السر البيولوجي في قبضة الفيزيولوجي من خلال الفيزيوكيميائية. على النقيض من ذلك يرى بعض آخر أن البيولوجيا تحوي الفيزياء في جوفها، وما الفيزياء إلا حالة خاصة من البيولوجيا، "بيولوجيا اللاحياة lifeless biology"(*)، وإشكالية البيولوجيا ــ كما تشير دلائل عديدة ــ لا يمكن اختزالها إلى مجرد عمليات فيزيوكيميائية، وما يعيبه البعض على تخلف البيولوجيا عن الفيزياء علميا فإنما مرجعه إلى سبب منطقي بسيط هو كون البيولوجيا اعقد من الفيزياء، وهو أمر يحسب لها لا عليها.

٢:٤:٦ العلوم البيئية

لقد ترسخ التوجه التخصصي في علم ما قبل النقلة المعلوماتية مما جعل الحوار بين العلوم من الصعوبة بمكان سواء على مستوى المنهج أو المستوى الإخباري، ولا أحد يستطيع أن ينكر أهمية التخصص فلولاه ما أنجز العلم ما أنجزه، ولكن الأمر لم يعد يتحمل المضي في مسارات التخصص المتشعبة، والتي تزداد ضيقا يوما بعد يوم، دون وقفة يبحث فيها العلم عن موقف وسط يوازن بين عمق التخصص رأسيا وشمولية النظرة أفقيا، وهكذا ظهرت أهمية العلوم البيئية التي لم تعد ترفا أكاديميا بل ضرورة تفرضها طبيعة المشكلات التي يواجهها عالم اليوم. لقد حرمنا التخصص ــ رغم أهميته ــ من

* التعبير الإنجليزي استخدام مجازي لا يمثل مصطلحا علميا، وهو ما يجوز معه أن نتغاضى عن التناقض اللفظي في كيف تكون البيولوجيا التي تعني الحياة خالية منها، وربما يفضل البعض تحاشيا لهذا ترجمة مثل: "بيولوجيا حالة الصفر".

"الجشتالت" المعرفي الذي يمكن من خلاله رؤية عالمنا من زاويا مختلفة، وفي مقام نقده للتوجه التخصصي يورد إرنست زيبروفسكي(١٣: ٤٥)، تسلسلا متصلا لعجز كل فرع من فروع العلم قائما بذاته وهو ما نوجزه أدناه بصياغتنا مع بعض إضافات طفيفة من لدينا تعزيز لسياقنا العام:

- فشلت الفيزياء على جبهة الكيمياء حيث عجزت عن تحديد البيئة الذرية لبعض العناصر الكيميائية.
- فشلت الكيمياء على جبهة البيولوجيا حيث عجزت، منفردة، أو متضامنة مع الفيزياء، عن كشف سر حيوية العناصر البيولوجية.
- فشلت البيولوجيا على جبهة علم النفس؛ فبالرغم من إنجازاتها في مجال الطب والزراعة والهندسة مازالت عاجزة عن سبر أغوار المخ البشري(*).
- فشل علم النفس، بالرغم من تفسيراته الناجحة للكثير من مظاهر السلوك الإنساني، عن تفسير ظاهرة الذكاء الفردي، ناهيك عن عجزه في تناول الذكاء الجمعي وغيره من سلوك الجماعات الاجتماعية وكيف تتطور علاقاتها وتترسخ قيمها وتتوارث تقاليدها.
- وأخيرا، فشل علم الاجتماع في تقديم أساس علمي متين يمكن على أساسه توقع سلوك الجماعات والمجتمعات فنظرا لضخامة البيانات والعدد الهائل من المتغيرات الاجتماعية، ظل التنظير الاجتماعي لا يخرج عن كونه نوعا من التقريب والتعميم يصيب أحيانا ويخيب في كثير من الأحيان.

لا أمل في التغلب على مسلسل العجز العلمي هذا إلا من خلال اختراق حواجز التخصص والقفز فوقها، والتوحد الإبستيمولوجي على الصعيدين: الإخباري والصوري، ويلخص شكل (٢ : ٥) رؤية الكاتب لمسار ارتقاء التوحد العلمي ومستويات التدرج التي اتخذها العلم في سبيل تحقيق هذا من التوحد على المستوى الإخباري صوب التوحد ذي الطابع الصوري، والذي نلخصه فيما يلي:

(*) ونضيف هنا "بل حتى مخ النملة" كما خلص البعض.

ارتقاء التوحد العلمي من الإخباري (الموضوعي) صوب الصوري

التسامي الإبستيمولوجي	الميتامعرفية	
توحد الصوري مع الصوري	MATHEMATICAL LOGIC	المنطق الرياضي
	FUZZY LOGIC	المنطق غير القاطع
	MATHEMATICS OF GRAPHS	رياضيات الأشكال
توحد الإخباري و الصوري	MATHEMATICS LINGUISTICS	اللغويات الرياضية
	BIO-MATHEMATICS	الرياضيات البيولوجية
	GENETIC-ALGORITHMS	الخوارزميات الوراثية
توحد الطبيعي مع الإنساني	NEURO-LINGUISTICS	اللغويات العصبية
	BIO-ETHICS	أخلاقيات البيولوجيا
	ENVIRONMENTAL ECONOMY	الاقتصاد البيئي
[illegible]	SOCIAL PSYCHOLOGY	علم النفس الاجتماعي
	PSYCHO-LINGUISTICS	علم اللغة النفسي
	POLITICAL ECONOMY	الاقتصاد السياسي
توحد الطبيعي مع الطبيعي	BIO-CHEMISTRY	كيمياء حيوية
	BIO-PHYSICS	فيزياء حيوية
	ASTROBIOLOGY	بيولوجيا الفلك
توحد علمي داخل نفس المجال المعرفي	الطبيعة :كهروضوني ـ كهرومغناطيسي	
	البيولوجيا : البيولوجيا الجزيئية + وتاريخ التطور	
	اللغة : صرفي فونولوجي ـ نحوي دلالي	

شكل (٢ : ٥) مسار ارتقاء التوحد العلمي

(أ) **توحد علمي داخل المجال المعرفي نفسه:** ومن أبرز أمثلته، على صعيد الفيزياء، التقاء الفيزياء الكهربية مع المغناطيسية، والتي حسمها ماكسويل بمعادلاته التفاضلية الشهيرة، والتقاء الفيزياء الكهربية مع الضوئية، والتي حسمها أينشتين تأسيسا على فيزياء الكوانتم، ولا شك أن ذروة هذا التوحد هي تلك التي مازال ينتظرها الجميع، ونقصد بها التوحيد بين نوعيات القوى الفيزيائية الأربعة: قوى الجاذبية والقوى الكهرومغناطيسية، والقوى النووية الضعيفة والقوى النووية الشديدة، أما على صعيد البيولوجي فمثالنا هنا هو التوحيد الجاري حاليا بين الميكروبيولوجي، الذي يدرس العنصر البيولوجي في وضعه الراهن، مع علم تاريخ التطور، الذي يدرس تطور ذات العنصر على مدى العصور البيولوجية من خلال أركيولوجيا البيولوجي مدعمة بالجينوماتية المقارنة، وأخيرا، وعلى صعيد اللغة يأتي التقاء الفونولوجي (الصوتيات)

والمورفولوجي (الخاص ببنية الكلمات) مثالا أدنى نسبيا للتوحد العلمي إذا ما قورن بالتفاعل بين شق النحو وشق الدلالة أو المعنى، أما ذروة التوحد اللغوي فما زالت تنتظر اللقاء الحاسم بين القدرة اللغوية المتصورة وفقا للنظام اللغوي المثالي، والأداء اللغوي الفعلي لاستخدام اللغة في دنيا الواقع، وهي الثنائية التي لخصها دي-سوسير في ثنائية نظام اللغة المفترضة واللغة الواقعية المستخدمة (la langue: la parole)، أو كما لخصها تشومسكي في ثنائية تصورية القدرة اللغوية وبرجماتية الأداء اللغوي (competence: performance).

(ب) **توحد الطبيعي مع الطبيعي:** يعد التقاء الكيمياء والفيزياء مرحلة وسط للتوحد على مستوى العلوم الطبيعية فهو الذي مهد لتوحد أكثر حسما فيما قامت به البيولوجيا الجزئية من ربط بين الفيزياء والبيولوجي على مستوى العنصر الميكروي. إن هذا التوحد الفيزيوبيولوجي لم يقتصر فقط على الميكرو، بل تم تطبيق مفاهيمه أيضا على الماكرو في أقصى صوره على صعيد الكوزمولوجي حيث يتبنى علم الفلك الحديث نهجا بيولوجيا يسفر عنه ما ينشغل به من قضايا ذات طابع بيولوجي من قبيل: كيف تتطور المجرات؟ وكيف تتولد النجوم كالطفرات؟ وكيف تموت وتبتلعها الثقوب السوداء؟ ولكن ذروة التوحد الفيزيوبيولوجي ستحدث ــ على ما يبدو ــ على ساحة المخ البشري، وهو التوحد الذي ينتظر لقاء حاسما لعلوم الطبيعيات مع الإنسانيات والذي لا بد أن يمهد له توحد من نوع أدنى في نطاق علوم الإنسانيات قائمة بذاتها.

(ج) **توحد الإنساني مع الإنساني:** وهو ما زال يمارس إرهاصاته على مستوى الماكرو متمثلا في علوم بيئية مثل: الاقتصاد السياسي، والجغرافيا الاقتصادية، والتاريخ الاجتماعي، ويمثل التفاعل بين ثلاثية: علم اللغة وعلم النفس وعلم الاجتماع مثالا أنضج إبستيمولوجيا أفرز ثلاثية العلوم البينية: علم النفس الاجتماعي وعلم اللغة النفسي وعلم اللغة الاجتماعي، ولكن سيظل هذا التفاعل الإنساني-الإنساني على مستوى الماكرو محدودا وقاصرا، ما لم ينهض به توحد بين علوم الطبيعيات وعلوم الإنسانيات.

(د) **توحد الطبيعي مع الإنساني:** تشهد ساحة العلم حاليا مبادرات جسورة في هذا الاتجاه والتي تشمل ـ على سبيل المثال لا الحصر ـ اللغويات العصبية والأخلاقيات البيولوجية والاقتصادي البيئي، وتجدر الإشارة هنا إلى أن التوحد الطبيعي-الإنساني يواجه صعوبة على مستوى المنهج، فهناك فجوة إيستيمولوجية بين الطبيعيات والإنسانيات، فكما يقول الجابري قد حدث فصل بين الفلسفة والإبستيمولوجيا لأن العلماء قد أصبحوا يهتمون بأنفسهم بدراسة الجوانب التي تهمهم من فلسفة العلم أو الإبستيمولوجيا كل في ميدانه الخاص (٧ : ٣٨)، ومرة أخرى لن يمكن تضييق هذه الفجوة الإبستيمولوجية إلا من خلال التوفيق بين العلوم الإخبارية والعلوم الصورية.

(هـ) **توحد الإخباري والصوري:** هناك عدة مبادرات على هذا المستوى، من أبرز أمثلتها:

- اللغويات الرياضية والتي أسس لها برتراند راسل بنظريته الصورية للغة formal theory of language والتي تتعامل مع الظاهرة اللغوية على المستوى الرمزي البحت، وتبحث في أنماط العلاقات بين تسلسلات الرموز اللغوية على المستويات المختلفة.
- البيولوجيا الرياضية وهي تمثل فرعا جديدا من الرياضيات يحاول أن يضع الأساس الرياضي للظواهر البيولوجية: آلية الانتخاب الطبيعي وظهور الطفرات وتوارث السمات وتتالي الأجيال وأنماط العلاقات الوراثية التي تربط بينها.
- الخوارزميات الوراثية والتي تعد نموذجا مثيرا لتوحد الإخباري والصوري، ففي كل من مثالي: اللغويات الرياضية والبيولوجيا الرياضية كان الصوري بمثابة أداة للإخباري، وهو التوحد الأكثر شيوعا، على النقيض من ذلك تمثل الخوارزميات الوراثية توجها معاكسا يصبح فيه الإخباري هو أداة الصوري، حيث تتبنى الخوارزميات (الشق الصوري) مفاهيم نظرية التطور (الشق الإخباري) منطلقا لها، انظر الفقرة ١: ٣: ٢ ـ بند (ب).

(و) **توحد الصوري والصوري**: يمثل هذا المستوى أكثر أنواع التوحد العلمي تجريدا حيث يتم على صعيد الصوري المحض: الرياضيات والمنطق والإحصاء ومن أمثلته الرياضيات المنطقية والمنطق الإحصائي ورياضيات الأشكال.

- **المنطق الرياضي**: وهي تمثل ذروة التوحد الصوري، وذلك بفضل تعاملها مع الميكرو الرياضي: ثنائية الصفر والواحد، ذرة النظام العددي، والميكرو المنطقي: ثنائية الصواب والخطأ، ذرة النسق المنطقي.
- **المنطق غير القاطع**[*]: يجمع المنطق غير القاطع ما بين المنطق ورياضيات الفئات ونظرية الاحتمالات، وهو يرقى بالمنطق الأرسطي القاطع إلى عالم العلاقات "الغائمة" لانتماء العناصر، أو عدم انتمائها، بصورة غير قاطعة، أو بشكل جزئي، لفئة معينة أو أكثر، فكثير من معطيات المنظومات الطبيعية والنفسية والاجتماعية، وغير الطبيعية (الصناعية) أيضا، لا تأتي قاطعة، بل غالبا ما تفد إلينا غامضة وملتبسة وغير دقيقة وغير مكتملة ومغلفة بالضوضاء والتشوش، وبالرغم من كل هذا يسعى المنطق غير القاطع إلى استخلاص نتائج محددة بناء عليها.
- **رياضيات الأشكال**: وهي نوع مستحدث من الهندسة ونظرية الأشكال يسعى إلى معرفة كيف تتولد الأشكال؟ وكيف يمكن تمثيلها بصورة رياضية منضبطة؟ وللحديث بقية في الفقرة ٣: ٣: ٢.

مما سبق يمكن القول أن العلوم البينية ظلت خلال هرم ارتقائها تتسامى إبستيمولوجيا إلى أن وصل الأمر إلى ذروته، إلى "الميتامعرفية" موضوع فقرتنا القادمة.

ودعنا نختتم حديثنا عن العلوم البينية بكلمة موجزة عن طبيعة العلاقة البينية والتي قصدنا بها هنا إما التفاعل والتداخل وإما استخدام أحد طرفي العلاقة البينية للطرف الآخر كأداة له، وهو ما سنطلق عليه "المستوى الأداتي"، وكيف

[*] تعدد المقابل العربي لمصطلح fuzzy logic بين الغائم والضبابي والرمادي والمرن والمتميع وجميعها في رأي الكاتب لا تنقل المفهوم.

تتغير هذه الطبيعة مع صعودنا هرم تدرج العلاقات البينية كما ورد في شكل (٢ : ٥).

في سفح الهرم، حيث التوحد في نطاق مجال معرفي واحد، يسود العلاقة طابع التفاعل الشديد، فيصعب ــ على سبيل المثال ــ في حالة التوحد الكهرومغناطيسي الفصل بين الشق الكهربي والشق المغناطيسي، ويحدث الشيء نفسه عند قمة الهرم في لقاء الصوري بالصوري حيث يتعذر ــ على سبيل المثال ــ التفريق في الرياضيات المنطقية بين الشق الرياضي والشق المنطقي.

أما بين سفح الهرم وقمته فتقل درجة التفاعل حتى تصل إلى المستوى الأدائي كلما صعدنا من التوحد المتجانس إخباريا، كما في الفيزياء البيولوجية إلى غير المتجانس إخباريا، ونقصد به توحد الطبيعي والإنساني كما في الاقتصاد البيئي، إلى توحد الإخباري والصوري ومثالنا هنا هو الديناميكا الحرارية الإحصائية حيث ينعدم التفاعل ــ كما سنوضح في الفقرة ٢: ٧: ٥ ــ ليصبح صوري الإحصاء مجرد أداة لإخباري الديناميكا الحرارية، وكذلك الحال في اللغويات الرياضية حيث الرياضيات مجرد أداة لتمثيل العلاقات اللغوية.

ومع ارتقاء العلم يصبو التوحد العلمي نحو التفاعل، ففي مجال علم النفس اللغوي لدى السلكويين ــ على سبيل المثال ــ كان علم النفس فيه مجرد وسيلة لتفسير السلوك اللغوي، في حين ينفذ علم النفس لدى "لاكان" لمستوى أعمق بإثباته أن النضوح النفسي لدى الطفل ليس مرتبطا فقط بثدي أمه ــ كما قال فرويد ــ بل أيضا بلغته الأم.

ورغم إقرارنا بفضل العلوم البينية إلا أنها تمثل مرحلة وسطى تمهد لأسمى صور التوحد العلمي: إخباريا ومنهجيا على المستوى "الميتامعرفي".

٢:٤:٧ العلوم الميتامعرفية

البحث عن العام الذي يجب كل ما هو خاص، والكلي الذي يجب كل ما هو فردي، ظل حلما يداعب خيال الفلاسفة والعلماء، بل الأدباء والفنانين أيضا، منذ القدم حتى يومنا هذا، من الفلسفة الطبيعية لدى الإغريق إلى المسعى الحالي للتوحيد بين نسبية أينشتين وفيزياء الكوانتم لماكس بلانك، هذا على

صعيد الفيزياء أما على صعيد البيولوجي فقد استولت نظرية التطـــور لداروين على فكر هربرت سبنسر فجعل من التطور "الخاتم السري" ــ على حد تعبير الجابري ــ الذي يفسر مختلف الظواهر الطبيعية منها والإنسانية، فهو يـــرى أن قانون التطور قانون عام مشترك يصدق علـــى جميـــع أشـــكال الوجـــود ودرجاته وقد اجتهد سبنسر ــ وما زال الكلام للجابري ــ في إنشـــاء فلســـفة تركيبية تجمع مختلف علوم عصره مرتكزا على مبدأ التطور باعتباره قانونـــا يضم أشتات العلوم في وحدة متسقة، ولم يفرق سبنسر في هذا بيـــن العلـــوم المجردة المحض (الصورية) كالرياضيـــات والمنطـــق، والعلـــوم المجـــردة المشخصة كالميكانيكا والكيميـــاء والفيزيـــاء، والعلـــوم المشـــخصة كـــالفلك والجيولوجيا والبيولوجيا وضم إليها علم النفس وعلم الاجتماع (٧ : ٣١).

ولكن كل ما سبق كان في مجمله تصورات فوقية تفرض رؤيتها على الواقـــع من أعلى، وهنا يكمن الفرق الجوهري بينـــها وبيـــن مـــا نعنيـــه هنـــا بـــــ "الميتامعرفية" التي تسمو فوق دوجما التخصصات وتخترق الحواجز بينـــــها، وسبيلها إلى ذلك هو النفاذ من تجليات الاختلاف الظاهري للمشـــكلات إلـــى مكنون جوهرها. إن الميتامعرفية تبحث عن أوجه التشابه بين النظم المعقـــدة بغض النظر عن مجالها الموضوعي، فهي ترتكز علـــى عموميـــة الســـلوك المشترك لهذه النظم وعمومية تناول المشكلات تمثيلا وتحليلا وحلا، ولا نجـد مثالا لـــ "الميتامعرفية" في مقامنا الحالي خيرا من فلسفة العلـــم ذاتـــها، فقـد عرفت الإبستيمولوجيا بأنها علم العلم، وقد نظرت فلسفة العلـــم إلـــى العلـــم بوصفه ظاهرة معقدة، ويبحث علم مناهج البحث، صلب فلسفة العلـــم، عمـــا وراء اختلافات المناهج المتخصصة وصولا إلى البارادیمات الأكثر تجريـــدا والمستخلصة من المواقف العلمية في مجالات التخصص المختلفة لتصبـــح ــ وفقا ليمنى الخولي ــ أسسا عامة يمكن تطبيقها على كل بحث علمي من حيث هو علمي(٤ : ١٧٥)، وكلما ارتقي البارادیم كلما زادت قدرته على استقطاب عدد أكبر من الفروع العلمية المتخصصة.

لقد انطلقت فلسفة العلم في تمحورها حول مفهوم البارادیم من منطلـــق حـــل العلم للمشكلات لا من منطلق المشـــكلات ذاتـــها، وهـــو مـــا تصبـــو إليـــه

الميتامعرفية بانطلاقها من طبيعة المشكلات لا الحل، ولنرجع بحديثنا إلى "المثلث الذهبي" كما قدمناه في الفقرة ٢: ٤: ٥، والذي جعلنا منه في شكل (٢ : ٦) ركيزة للنسق الإبستيمولوجي العام، حيث يوضح الشكل كيف ينشر المثلث الذهبي جناحيه إلى فروع المعرفة المختلفة: علوم الطبيعيات والإنسانيات وأجناس الفنون وفرع التكنولوجيا ليصبح بذلك أساسا متينا للعلوم البيئية. لكن لا سبيل للعلم أن يجتاز عتبة التعقد إلا بأن نرقى بمعرفتنا الحالية من مستوى العلوم البينية إلى ما هو فوقها، إلى العلوم الميتامعرفية، التي تطفو فوق أجناس المعرفة وفروعها المتخصصة مخترقة الحواجز بينها، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر:

THEORY OF GRAPHS	نظرية الأشكال
THEORY OF INFORMATION	نظرية المعلومات
THEORY OF CHAOS & COMPLEXITY	نظرية الشواش (الفوضي)، التعقد
GENERAL SYSTEM THEORY	النظرية العامة للنظم
SYNERGETICS	علم التفاعلينات
EMERGENCE & SELF-ORGANIZATION	علم الطفور، الانتظام الذاتي
META-COGNITIVE SCIENCES	علوم ميتامعرفية

MATHEMATICS	الرياضيات
LOGIC	المنطق
STATISTICS	الإحصاء

شكل (٢ : ٦) النسق العام الشامل لمعرفة عصر المعلومات

- علم (الطفور) Emergence [*] والانتظام الذاتي Self organization
- علم التفاعلينات Synergetics [**]
- نظرية الشواش (الفوضى) Chaos theory
- النظرية الموحدة للنظم Unified theory of systems
- نظرية المعلومات Information theory
- نظرية الأشكال Theory of graphs

ولا يتسع الحديث هنا لتناول كل من هذه العلوم الميتامعرفية، وسنكتفي هنا بالإشارة إلى علم الانبثاق، أو الطفور Emergence، وقدرته على اختراق حواجز التخصص وعلى تناول نطاق هائل من المجالات المعرفية، من ممالك النمل ولغته إلى بنية المخ وكيفية عمله، ومن تخطيط المدن ونمط تطورها إلى تصميم ألعاب الفيديو وزيادة تفاعلها، ومن نظرية التطور إلى نظرية التعقد[*]، ومن سلوك الحيوانات والجينات إلى تطور البرمجيات والإنترنت، ومن علم النص إلى نظرية النقد، ومن الإعلام إلى الإعلان، هذا ما خلص إليه ستيفن جونسون في كتابه المثير عن علم الطفور Emergence (١٥)، بوصفه نموذجا للعلم الميتامعرفي تخلصه من النظرة الفوقية التصورية التي سادت علم ما قبل النقلة المعلوماتية بعدما بات العلم ينبثق من أسفل، كطفرات لا ثورات، من رحم المشكلات والظواهر التي يتناولها، وكفى العالم تصورات فوقية، فما نحن في أمس الحاجة إليه هو فهم الواقع على حقيقته، والانطلاق من ظواهره وإشكالياته سعيا لإيجاد الحلول. إن الميتامعرفية ــ كما أسلفنا ــ لا تعرف تخصصا، وعندما يتوارى التخصص تكاد تتلاشى معه الحواجز الفاصلة بين الإخباري والصوري، وبين الماكروكوزم والميكروكوزم، وبين الطبيعي والإنساني، وبين النفسي والاجتماعي، وهنا

[*] اضطر الكاتب لسك مصطلح "الطفور" مقابلا عربيا لعلم emergence لعدم وجود ترجمة له حتى في القواميس المتخصصة، وقد اشتقه من مصدر "طفور" للفعل "طفر" اللازم.

[**] اضطر الكاتب لسك مصطلح "التفاعلينات" مقابلا عربيا لـ "synergetics" لعدم وجود ترجمة له حتى في القواميس المتخصصة، وقد اشتقه بالمزج استنادا على أن هذا العلم ينشغل أساسا بالتفاعلات البينية.

[*] هناك تفريق بين نظرية الشواش ونظرية التعقد فكل "شواشي" معقد، ولكن ليس كل "معقد" شواشي.

تكمن قدرتها على اختراق حواجز التخصص ولم أشتات العلوم، لا على المستوى الإخباري (الموضوعي) المحض

كما سعى إليه هربرت سبنسر والذي لا يمثل "خاتمه السري" البيولوجي اختراقا حقيقيا لحواجز التخصص بل مجرد تجميع لـ "حبات السبحة" العلمية، دون رابط فعلي يوحد بينها، على خلاف الميتامعرفية من حيث كونها بمثابة الخيط الذي يخترق هذه الحبات سالكا إياها في نسق واحد مترابط. إن الميتامعرفية تتجاوز مستوى تداخل العلوم وتعددها، وتسمو فوق محاولات التوحيد الإبستيمولوجي المفتعل، تسمو فوق مبدأ "الواحدية المادية" ـ كمثال ـ في محاولته إلى أن يفرض نوعا من التوحد باستدراج اللامادي ـ قسرا ـ إلى حظيرة اللامادي.

لقد غدت الميتامعرفية ضرورة إبستيمولوجية لمواجهة تعقد الواقع من جانب، ومن جانب آخر التصدي للتفرع الزائد في مجالات المعرفة الإنسانية وتشظي المعلومات واللذان يزدادان تفرعا وتشظيا يوما بعد يوم.

وأخيرا وليس أخرا، لئن كانت ظاهراتية هسرل قد سعت لتجعل من الفلسفة علما دقيقا فأوصت بأن ننطلق من الظواهر ذاتها، ننظر إليها برؤية طازجة، كما هي معطاة للوعي، متحررة من كل رؤية فوقية، فربما تسهم الميتامعرفية في شحذ الظاهراتية علما دقيقا، يرى الظواهر وهي تنبثق وتتشكل وتتطور من أسفل بصورة طبيعية دونما عون من استنباط هابط أو استقراء صاعد.

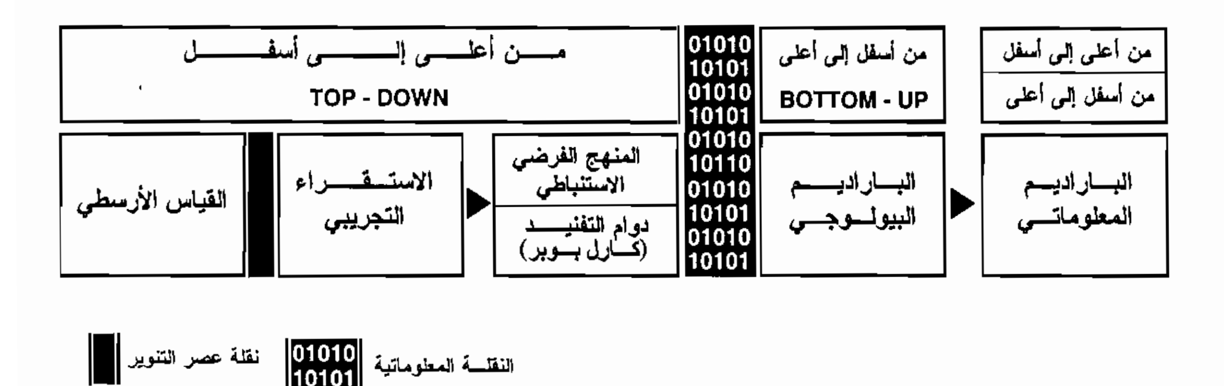
٢ : ٥ مسار تطور المنهج : النقلة المعلوماتية

٢:٥:١ من الماهية إلى الكيفية إلى الجمع بينهما

تحولت فلسفة العلوم من تركيزها على النسق العلمي إلى دراسة الجوانب المتعلقة بالمنهج، أو بمعنى أخر، أصبح شاغل فلسفة العلم الأساسي هو طرق إنتاج المعرفة لا مضمون المعرفة ذاته، بما يعني الانتقال من الماهية إلى الكيفية، وهو توجه يؤكده ما نلحظه حاليا في كثير من العلوم الحديثة التي أصبحت تعطي الأولوية للكيفية وللحديث بقية في الفقرة ٣: ٤: ١، سيعمل علم عصر المعلومات ـ كعهدنا به ووفقا لنزعته الجدلية ـ إلى التوفيق بين

التوجهين الكيفي والماهوي، فظواهر التعقد تفرض علينا ضرورة التعمق في ماهيتها ونحن نبحث في كيفية التعامل معها.

يوضح شكل (٢ : ٧) مسار تطور المنهج في سلسلة من النقلات النوعية نتناول أدناه كلا منها بإيجاز



شكل (٢ : ٧) مسار تطور العلم من حيث المنهج

٢:٥:٢ القياس الأرسطى

وهو ــ كما أشرنا سلفا ــ استدلال هابط عن طريق الاستنباط كبرهنة النظريات الهندسية.

٣:٥:٢ الاستقراء التجريبى

الاستقراء عند جون ستيوارت ميل هو الطريق الوحيد الذي لا طريق سواه، ليس فقط للمعرفة العلمية بل لكل، وأي معرفة صحيحة وحقيقية، وباختصار فكل مكونات الذهن ومحتوياته مجرد تعميمات استقرائية ولا يستثنى من ذلك شيء حتى قوانين الرياضات، ولا تكون هناك معرفة جديدة إلا بالاستقراء التجريبي، فالاستقراء كما يجزم ستيورات ميل هو منطق العلم ومنطق العمل ومنطق التفكير ومنطق الحياة والسبيل المعرفي الوحيد والواحد الذي يتملكه الإنسان (٤: ١٤٢). إن منهج الاستقراء، القائم على خماسية: تجميع الملاحظات عن الظاهرة رهن الدراسة، ثم التعميم، وصولا إلى فرض يفسر الظاهرة ثم التحقق من صحته بالبرهان أو التدحيض، قد أثبت جدارته على مستوى الفيزياء الكلاسيكية التي تتعامل مع كون فيزيائي قابل للملاحظة

الحسية ولكن أصابه الإخفاق في كثير من المجالات الأخرى حيث تتعذر هذه الملاحظة، كما في عالم الجسيمات الذرية.

٢:٥:٤ المنهج الفرضي الاستنباطي

كما أوضحنا عالية يقوم الاستقراء التجريبي على مبدأ أساسي مفاده أن الملاحظة والتجريب سابقة على الفرض، أما كلود برنار فيقول على العكس من ذلك: إن الفكرة، أو الفرض، سابق عليهما، وقد تتولد الفكرة ويبرز الفرض عن الحس أو العقل أو الشعور أو الملاحظات الإمبريقية العامة، ولكن الفرض هو الذي ينتقل منه إلى التجريب وتصمم التجربة على أساسه لكي تختبر صحة هذا الفرض (٤: ١٥٠).

لم يفطن بيكون لأهمية الفروض بل حذر منها معتبرا إياها ـ كما أوردت يمنى الخولي ـ استباقا للطبيعة anticipation of nature، وفي سياق هجومه على منطق أرسطو هاجم الفروض باعتبارها، كالقياس الأرسطي، قضايا لفظية وليست سيطرة على الأشياء، ونيوتن نفسه قد شكك في قيمة الفروض القائل بما معناه أنه لا يضع فروضا بل يبغي الوصول إلى القوانين. على العكس من أينشتين، القائل بأن للحدس دورا مهما في الاكتشاف العلمي ربما يفوق في أهميته المنطق، ويؤكد تأكيدا حاسما على أن الوقائع التجريبية بمفردها تظل عديمة النفع للباحث ما لم تستند إلى قاعدة لاستنباطها، وخلص كارل بوبر إلى استحالة الوصول إلى قوانين أو نظرية علمية بالبدء بالملاحظة الخالصة دون أن يسبقها فرض (٤ : ١٧٠)، ويصل الأمر إلى منتهاه عند بوول فيير آبند الذي يسقط التجربة تماما ويتحدث بإمكانية توليد فكر، أو علم طبيعي، بغير خبرة تجريبية وبغير عناصر حسية (٤: ١٦٩)، وهو ما أثبته أينشتين بصورة رائعة في نسبيتيه: الخاصة والعامة، وخلاصة ما سبق ببساطة أن العلم كان ـ وسيظل ـ من صنع الإنسان صانع الفروض وصاحب القدرة على إثبات صحتها وتدحيضها.

٢:٥:٥ مداومة التكذيب (كارل بوبر)

إن كان كلود برنار قد أطلق العنان للعلم بأن جعل الفروض سابقة على التجريب، فقد وفر كارل بوبر الآلية المنهجية التي ينعم من خلالها العلم

بلانهائيته ومداومة تجدده، فقد انتقل بفلسفة العلم من منطق التبرير إلى منطق الكشف العلمي والمعالجة المنهجية على أساس قابلية العلم المستمرة للاختبار التجريبي والتفنيد والتكذيب(*)، من أجل تعيين الخطأ كي يحل محله يوما كشف أفضل وأكفأ وأقرب إلى الصدق (٤: ٣٢٧).

وفي هذا الصدد، ربما تجدر الإشارة إلى أن تكنولوجيا المعلومات ستسرع من دورة التفنيد والتكذيب تلك، مما سيتيح لأصحاب النظريات العلمية الفرصة لتصويبها وهم مازالوا على قيد الحياة، لا بعد أن يفارقوها كما كان يحدث في الماضي غالبا، فهم ــ بلا شك ــ أقدر من غيرهم على إدخال تطوير نظرياتهم.

٦:٥:٢ البارادايم البيولوجى

تزامنت النقلة المعلوماتية التي كانت بدايتها في مستهل النصف الثاني من القرن العشرين مع نقلة نوعية أخرى على صعيد البيولوجي باكتشاف الحلزون المزدوج عام ١٩٥٣، وكان لا بد لهاتين النقلتين النوعيتين أن تلتقيا بل تندمجا، وهو ما حدث بالفعل، بعد أن تأكد أن البيولوجي علم قائم على المعلومات أصلا على مستوى الميكروبيولوجي، وقد سبقه إلى ذلك الماكروبيولوجي حيث أقام تشارلز داروين نظريته للتطور بناء على بيانات قام بتجميعها مباشرة من سمات الكائنات الحية، أو من بيانات الحفريات، وكذلك فعل جريجور مندل عندما استنتج قوانين الوراثة بتجميع البيانات عن انتقال السمات عبر تتالي أجيال من البازلاء زرعها في حديقة ديره، وقد أحدث اللقاء المثير بين المعلوماتي والبيولوجي ثورة، بل ثورات، علمية وتكنولوجية تفوق الوصف لتتقلص على أثرها المسافة الفاصلة بين الخيال العلمي وأجندة البحث العلمي، وبالرغم من كل هذا فإن ما سيحدثه اللقاء المعلوماتي-البيولوجي على مستوى المنهج العلمي، ونهج التفكير الإنساني عموما، هو ــ في رأي الكاتب ــ أعظم أثرا وأبعد تأثيرا، حيث انبثق منه ما يمكن أن نطلق عليه "البارادايم البيولوجي"، والذي ننظر إليه هنا كمرحلة

* ود الكاتب في هذا الخصوص أن يشاركه القارئ متعة تذوق السخرية اللاذعة في مقولة ولفجانج بولي: تلك النظرية عديمة النفع بل هي حتى ليست خاطئة..!!.

وسطى تمهد إلى ما أطلقنا عليه "للباراديم المعلوماتي" الذي سنتناوله في فقرتنا القادمة.

يشير استعراضنا السابق لتطور منهج علوم ما قبل النقلة المعلوماتية، أو ما قبل البيولوجيا إن شئت، على أن جميع أمور الكون من الماكروكوزوم إلى الميكروكوزم تسير وفقا لقوانين يمكن للعلم أن يستنتجها بالقياس أو الاستقراء أو الإحصاء، رؤية فوقية تسلط من أعلى لتكشف لنا عن مكنون العميق وتهتك سر الدقيق وتضيء عتمة سراديب الدفين، واستسلم الفكر الإنساني لسطوة هذه القوانين الهابطة عليه من أعلى، والتي لا بد ـ بناء عليها ـ لأي نظام، أو كيان: طبيعيا كان أو من صنع الإنسان، أن يعمل تحت إمرة "قائد أو منظم خطوة pacemaker"، يعمل وفقا لهذه القوانين لتنفيذ المهام الموكلة إليه، وهكذا أصبحت مهمة العلم الأساسية أن يفتش عن منظم الخطوة هذا، ويكتشف القوانين التي يعمل في ظلها فارضا إياها على النظام من خلال "طاقم قيادته" وصولا إلى "حشد الجنود" الذي يقوم بتنفيذ المهام، فالمخ يعمل وفقا لمنظم خطوة لتنفيذ وظائفه الذهنية، وأعضاء الكائنات الحية تعمل وفقا لمنظم خطوة لتنفيذ وظائفها الفيسولوجية والخلايا تعمل وفقا لمنظم خطوة لتنفيذ مهامها الفيزيوكيميائية وهكذا دواليك، ما أوردنا أعلاه في شأن منظم الخطوة هو خلاصة مركزة، أشد ما يكون عليه التركيز، لما أورده ستيفن جونسون في كتابه المشار إليه سابقا.

وإن كان لا بد من التسليم بأن هذا الكون يسير وفقا للنواميس العلوية لمهندسه الأعظم، الخالق العظيم، إلا أن نموذج السيطرة من أعلى قد ترسخ بشدة، سواء في فهمنا لظواهر الواقع التي تحيط بنا، أو في كل ما نصممه من نظم ومخططات وما نصنعه من أدوات وآلات، وما ابتكرناه من نظم حكم من حاكم ومحكومين وتنظيمات إدارة من مدير وعاملين، وطائرة تحت قيادة طيار بشري أو طيار آلي، وسلسلة من منظمات الخطوة: منظمات القلب والضغط والحرارة، حتى نصوصنا باتت تبنى حول فكرة محورية، ورواياتنا ومسرحياتنا حول حبكة رئيسية تسير مسار أحداثها، وتوجه سلوك شخصياتها وتحدد مصائرهم، وإن عجزنا عن العثور على منظم الخطوة، لجأنا إلى

عالم العتمة، من قبيل اللاوعي المستتر وراء ظاهر السلوك، والأيدي الخفية التي تلعب من وراء الستار لتنظم آليات السوق.

ولكن هناك العديد من الظواهر الطبيعية والاجتماعية لا تخضع لنموذج "السيطرة أو التحرك من أعلى" وفقا لطبعة زرقاء blueprint تشتمل على المخطط العام نزولا إلى أدق التفاصيل، فما السر وراء قدرة الطبيعة على توليد أشياء غاية في التعقيد يعجز أي مخطط فوقي عن أن يدانيها مهما بلغت عظمته، وكيف استطاعت البيولوجيا أن تولد هذه الكائنات الحية الرائعة من بدليات متواضعة للغاية.

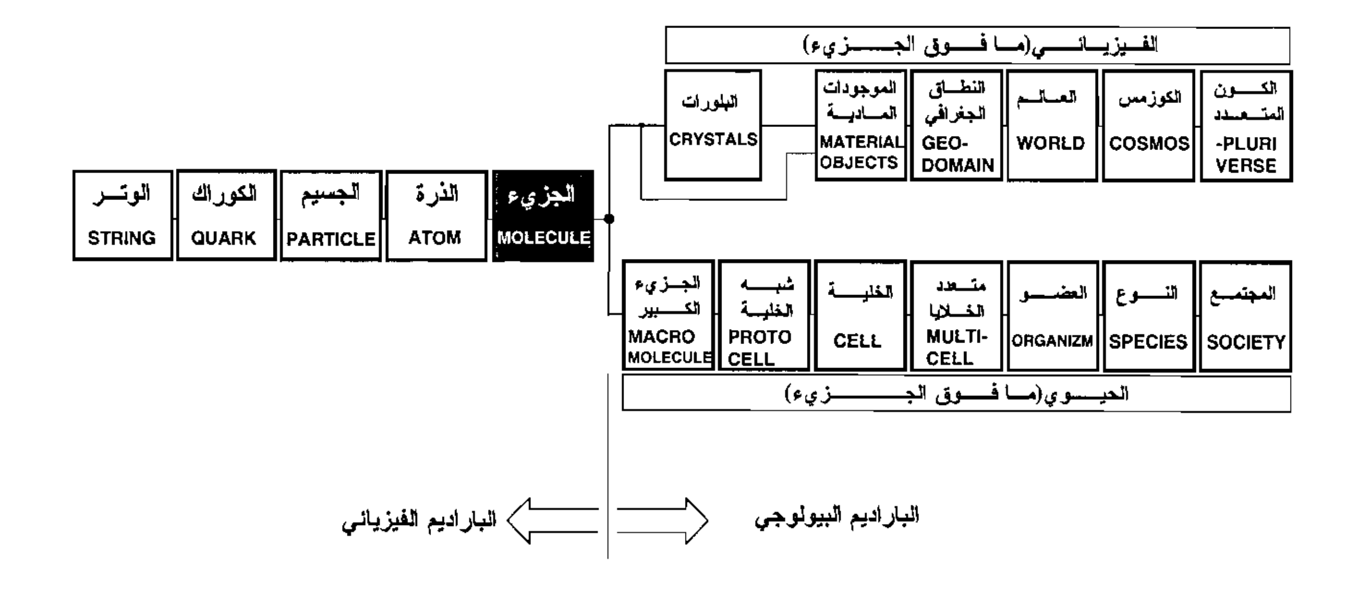
إن البارادايم البيولوجي يقوم على فكرة "البناء من أسفل" دون قائد أو منظم خطوة أو طبعة زرقاء سابقة التجهيز، ويشرع في التحرك من بدايات متواضعة، غاية في التواضع، تنبثق وتنمو وتتطور وتندمج لتكون هذه البنى الحيوية المذهلة من خلال آليات الانتخاب الطبيعي التي تتوجه دوما نحو مزيد من الارتقاء البنيوي، وتحقيق مستويات أعلى من التعقيد من خلال سلسلة من الطفرات التي تنبثق بصورة طبيعية ومفاجئة وهكذا، إنها النقلة النوعية للبناء من أسفل التي تمثل انقلابا حاسما في الفكر العلمي، والفكر الإنساني بصفة عامة. ونشهد حاليا مبادرات للبناء من أسفل بدءا من تنظيمات المؤسسات الخائلية التي يتم تشكيلها في فضاء الإنترنت، نزولا إلى ألعاب الفيديو، ويمكن اعتبار مؤسسات المجتمع المدني نوعا من البناء من أسفل لخلق قدر من التوازن مع مؤسسات الحكم التي تعمل وفقا للسيطرة من أعلى.

إن جوهر البارادايم البيولوجي يكمن في قدرته على تفسير أداء النظم المعقدة وقدرتها على التكيف التلقائي مع البيئة، وذلك بالنظر إلى هذه النظم كنظم تتعلم ذاتيا، وفقا لمنطق الحشد swarm logic، من خلال التفاعل مع القريب المجاور والتجاوب مع معطيات البيئة من خلال آليات التغذية المرتدة feedback واحتشاد العناصر الميكروية المكونة للنظام، وهو الاحتشاد الذي تنشأ معه احتمالات الصدفة صانعة الطفرات، وهكذا يجوز لنا القول بشكل تقريبي، ومن منظور البناء من أسفل، إن الطفرة تحل في البارادايم البيولوجي محل نتائج الاستقراء في البارادايم الفيزيائي وحالات البداية initial states التي

تنطلق منها الآليات البيولوجية محل الفروض التي يقوم عليها التجريب الفيزيائي، ماديا كان أم عقلانيا.

إن فلسفة العلم وهي تبحث عن المبادئ العمومية الكامنة وراء تطور العلم تنشد دوما مزيدا من البساطة وكلما زادت هذه المبادئ بساطة زادت شموليتها وقدرتها على التفسير، ويمثل الانتقال من السيطرة من أعلى إلى البناء من أسفل نموذجا فريدا لهذه البساطة.

ودعنا نجازف هنا بتصور أولي عن متى ينتهي البراديم الفيزيائي ويبدأ البراديم البيولوجي، نستعين فيه بما ضمناه في شكل (٢ : ٨) الذي يوضح مسار تجميع المادة من أدنى صغريات الميكروكوزم إلى أقصى كبريات الماكروكوزم، وكما يوضح الشكل يمثل الجزيء نقطة المفصل التي يتفرع بعدها مسار التجميع هذا إلى فرعين: الفيزيائي والحيوي، ويزعم الكاتب أن البراديم الفيزيائي يسري حتى مستوى الجزيء لتتم بعده النقلة النوعية إلى البراديم البيولوجي الذي يطبق بعدها على الحيوي والفيزيائي على حد سواء،



شكل (٢ : ٨) نقطة المفصل بين البراديم الفيزيائي والبراديم البيولوجي

حيث يمكن تطبيقه على كيفية تولد البلورات على الصعيد الفيزيائي، ويمكن تطبيقه على تشكيل متعددات الخلايا على الصعيد الحيوي، وكما نسمع عن البيولوجيا الاجتماعية على صعيد الماكرو الحيوي، نسمع كذلك عن بيولوجيا الفلك على صعيد الماكرو الفيزيائي، وقد قصد الكاتب بهذا التصور الذي لا يخلو من التبسيط إثارة الذهن في علاقة العلم بالمادة التي يتعامل معها، وهو ما سنعرج عليه مرة أخرى في ختام الفقرة ٢: ٧: ٩.

٢:٥:٦ البارادايم المعلوماتى

وأخيرا دعنا نرنو بأبصارنا إلى قمة الشفافية الإبستيمولوجية، ألا وهو البارادايم المعلوماتي الذي يجمع بين البارادايم الفيزيائي، القائم على السيطرة من أعلى، والبارادايم البيولوجي، القائم على البناء من أسفل. وسنكتفي هنا ببعض الأمثلة:

- يتنامى التوجه في تناول معضلة المخ إلى الجمع بين البناء من أسفل بدءا من العمليات الدنيا على المستوى الفيزيوكيميائي، والسيطرة من أعلى هبوطا من الوظائف الذهنية العليا.
- تصمم كثير من برمجيات الذكاء الاصطناعي، خاصة في مجال معالجة اللغات الطبيعية آليا، على أساس الجمع بين البناء من أسفل والتوجيه من أعلى، فكثير من نظم الإعراب الآلي ــ على سبيل المثال ــ نبدأ رحلة الإعراب من أسفل، من مستوى كلمات الجملة صعودا إلى التراكيب النحوية من أشباه الجمل والجمل البسيطة، لتلتقي في نقطة ما آلية الإعراب من أسفل هذه مع آلية أخرى تهبط من أعلى لتوجه نظام الإعراب وفقا لبنية الجملة المركبة أو بنية النص.
- هناك من علماء علم النفس اللغوي من يرى أن عملية فهم الكلام تتم من خلال "التحليل بالتركيب" بمعنى تحليل عناصر الجملة المنطوقة (التحرك من أعلى) ثم إعادة تركيبها من هذه العناصر (البناء من أسفل).
- هناك حلقات نقاش عبر الإنترنت تتم دون أي نوع من الإشراف لإدارة الحوار، وهو ما يمثل البناء من أسفل، وهناك حلقات أخرى يكلف شخص معين بإدارة النقاش فيها وهو يمثل السيطرة من أعلى.

- يبدأ الإبحار عبر الإنترنت ــ عادة ــ من فرض معين تنطلق منه رحلة البحث عن المعلومات (التحرك من أعلى) ولكن سرعان ما نجد أنفسنا مسوقين، عبر مسارات التشعب النصي hypertext والترابط الوسائطي hypermedia، إلى مقاصد لم تكن في بالنا بالمرة، وهو ما يمكن أن يمثل ــ بشكل أو بآخر ــ التحرك من أسفل.
- نشأت الإنترنت في بدايتها كشبكة لامركزية، بلا تراتبية hierarchy، ولا مراكز تحكم محورية، حتى أصبحت نموذجا للبناء من أسفل، وهي الخاصية التي تكمن وراء تطورها السريع، وتعاظم دورها بمعدلات متسارعة في كل الميادين بلا استثناء: السياسية والاقتصادية والإعلامية والثقافية والتربوية والترفيهية، ومع تعاظم هذا الدور ظهرت الحاجة ــ كما يرى البعض ــ إلى نوع من التوجيه المركزي، السيطرة من أعلى، وهناك تنظيمات وممارسات من قبل جهات أمريكية لفرض هذا النوع من السيطرة، سواء من خلال احتكارها لسلطة منح عناوين المواقع على الشبكة التي تعد بمثابة شهادة ميلاد لها، أو من خلال الرقابة المباشرة على الرسائل المتبادلة عبر الإنترنت كما يفعل مكتب التحقيقات الفيدرالي في إطار ما يسمى بمكافحة الإرهاب، ولكن الإنترنت ــ بحكم طبيعتها ــ لن تدين بسهولة إلى سيطرة هذا النوع من التحكم المباشر، أو الخشن، تفرضه عليها سلطة عليا، ولا بد من اللجوء إلى التحكم غير المباشر الناعم، ومن أمثلة ذلك سوق المزاد العلني الإلكتروني المعروف باسم eBay الذي تعقد من خلاله الصفقات مباشرة بين البائع والمشتري، ومن خلال سيل التعاملات الهائل ينشأ تلقائيا نظام للرقابة يتولى مهمة الكشف عن حالات الاحتيال وعدم الأمانة سواء من قبل البائع أو المشتري.
- على صعيد آخر، فإن تكنولوجيا المعلومات ستسرع من دورة إقامة النظريات والفروض العلمية وسرعة تفنيدها وذلك من خلال مشاركة الكثيرين عبر الشبكة في عملية التفنيد، وهو ما أطلق عليه البعض الترشيح التضامني collaborative filtering الذي يغربل النظريات والفروض ليميز الخبيث من الطيب، وستتسارع دورة إقامة الفروض

وتفنيدها ليصبح من الصعب على المرء أن يقتفي مواضع تتالي الفرض والتجريب، فإذا أقمنا فرضا ــ على سبيل المثال ــ في مجال الجينوماتية واتبعناه بدراستنا للبيانات الجينومية الضخمة، ربما أن يؤدي بنا ذلك ــ كما يحدث كثيرا ــ إلى فرض أو فروض أخرى لم تكن في الحسبان ولا يقصد منها مجرد تعديل للفرض الأصلي.

خلاصة، إن البارادايم المعلوماتي هو البارادايم الجامع ــ إن جاز القول ــ أو المركب الموضوعي للعلاقة الجدلية بين البارادايم الفيزيائي والبارادايم البيولوجي، وسيظل فكر الإنسان قادرا على إحداث المفاجأة من خلال سفرته الدائمة ما بين الهبوط من أعلى والصعود من أسفل.

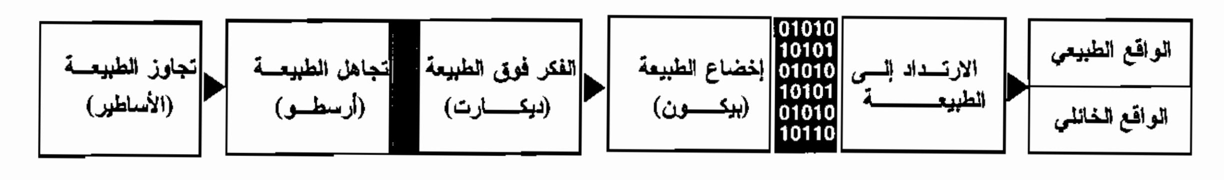
٦:٢ مسار تطور العلم من حيث ارتباطه بالطبيعة: النقلة المعلوماتية

١:٦:٢ من الانفصال إلى ازدواجية الطبيعي والخائلي

بصورة عامة يمكن القول إن ارتباط العلم بالطبيعة قد تراوح ما بين تجاوزها وإغفالها والانفصال عنها إلى محاولة إخضاعها من أجل السيطرة عليها، ومن خلال النقلة المعلوماتية يسعى علم عصر المعلومات حاليا إلى إصلاح خرائب سلفه، بعد أن وفرت له التكنولوجيا المعلوماتية وسائل عديدة لإعادة الوئام مع الطبيعة، وئاما أصبح لازما لتأهيل بشر عصر المعلومات لازدواجية الحياة في العالم الواقعي الطبيعي والحياة في عوالم الواقع الخائلي، ولسنا بحاجة هنا إلى التأكيد على أن علاقة العلم بالطبيعة هي علاقة حاكمة، فهي التي تحدد موقعه من الواقع، وقدرته على استيعاب ظواهره وحل إشكالياته، وكذلك موقفه من قضايا مجتمعه، وقدرته على إحداث التغيير في أداء الأفراد والجماعات والنظم والمؤسسات.

وقد نشأ عن ضعف ارتباط العلم بالطبيعة ما أشرنا إليه سلفا بـ "حضارة الانفصال" ــ الفقرة ١: ٢: ٢ ــ بند (أ)، وتتجه الأنظار صوب تكنولوجيا المعلومات لعلها تسهم في بناء مجتمع إنساني أكثر تماسكا وتضامنا.

يلخص شكل (٢ : ٩) مسار تطور العلم من حيث ارتباطه بالطبيعة في هيئة سلسلة من النقلات النوعية نتناول أدناه كلا منها بإيجاز:



شكل (٢ : ٩) مسار تطور المتعلم من حيث ارتباطه بالطبيعة

٢:٦:٢ تجاوز الطبيعة

في طفولته تجاوز العقل الإنساني بفكره الأسطوري حدود الطبيعة محاولا تفسير ظواهرها بما هو وراءها، أو فوقها.

٣:٦:٢ تجاهل الطبيعة

يمثل الفكر الأرسطي بمنطقه الصوري منقطع الصلة بعالم الواقع؛ الحالة القصوى لتجاهل الطبيعة حيث يرى هذا الفكر إمكانية الوصول إلى حقائق مطلقة عن طريق العقل دون سواه، بلا حاجة إلى تجريب أو إثبات عملي.

٤:٦:٢ الفكر فوق الطبيعة

تقوم عقلانية ديكارت على مبدأ أسبقية الفكر على الوجود، وأن العقل البحت يمكن أن يوصلنا إلى الحقيقة والسبيل إليها هو الرياضيات، وهكذا وضع الكوجيتو الديكارتي الفكر فوق الطبيعة، وهو بشكل أو آخر، ما يمكن اعتباره امتدادا لتجاهلها.

٥:٦:٢ إخضاع الطبيعة

جعل بيكون من الطبيعة كتابا مفتوحا؛ ما على العلم إلا أن يقرأه، لتبدو الطبيعة وكأنها كيان سلبي، ولتصبح عملية القراءة تلك حوارا من جانب واحد ذا طابع مونولوجي بحت، وإن كان أرسطو بصوريته وتعاليه على الطبيعة، وديكارت بعقلانيته المحضة وتجريدية رياضياته قد غيبا الطبيعة، فقد أخضع نيوتن الكون لميكانيكية قوانينه الصارمة، مما أصاب العلم بنوبة غرور أهوج بعد أن خدعته أرقامه ومعادلاته وثقته الزائدة في دقة الحواس ومعيارتة

أجهزة القياس متصورا خطأ ــ وما أشنع خطأه ــ أن فكره مطابق لواقعه، ليضل سبيله وراء الصوري والتصوري، وينسى ــ أو يتناسى ــ أن العالم ليس طوع بنانه وأن الطبيعة تتصرف كما يحلو لها، لا تعير لتصوراته اهتماما، لترد له الصاع صاعين، فبدلا من أن يقرأها هو ــ أي العلم ــ أسمعته هي ضجيجها بكوارثها: وزلازلها وفيضاناتها وسيولها وأعاصيرها، لقد فرضت الطبيعة على العلم أن ينصت لها بل يجب ــ كما قيل ــ أن يسترق السمع لهمساتها. لقد حاول العلم في الماضي أن ينكر على الطبيعة حقها في إحداث المفاجأة، وهي ــ بالقطع ــ مازالت تخفي عنه الكثير من أسرارها بما يفوق حدود تصوراتنا، بل يفوق ــ كما خلص البعض ــ تصوراتنا عما يمكن لنا أن نتصوره.

٢:٦:٦ الارتداد إلى الطبيعة

إن انعزال العلم عن الطبيعة، أو محاولته إخضاعها، أما أن يكون تهربا من تعقدها، أو عجزا من الحواس عن إدراك تفاصيلها الدقيقة، أو عدم قدرة العقل على الإلمام بجوانبها المعقدة، وفي كل هذه الأمور جاءت تكنولوجيا المعلومات لتمد له يد العون حتى تحث العقل الإنساني على مواجهة الطبيعة كما هي فالميكروسكوبات الإلكترونية والتلسكوبات الفضائية مزودة بنظم معالجة الصور وتمييز الأنماط يمكنها أن تنقل للإنسان تفاصيل العالم المادي المتناهي الصغر والمتناهي الكبر، ونظم المحاكاة يمكن أن تنقل إليه صورة أقرب ما تكون إلى الواقع لسلوك نوعيات من النظم المعقدة، بالغة الدقة أو بالغة الضخامة، وقواعد البيانات الضخمة يمكن أن تنقل له تمثيلا دقيقا لواقع النظم البيولوجية والبيئية والاجتماعية، وقد شجع كل هذا العلماء والباحثين إلى الارتداد إلى الطبيعة والالتصاق بالواقع، فراح البيولوجيون يبحثون في فوهات البراكين وطين البرك وأعماق المحيطات عن الأركيات الأميبية حتى يمكنهم تفسير نشأة الحياة بعد أن أتاحت تكنولوجيا قواعد البيانات واسترجاعها القدرة على عقد المقارنات بين الجينوم البشري وجينومات الكائنات الحية الأخرى(٣: ٢١٣)، وكذلك أتاحت لعلماء البيئة أن يرصدوا الوضع البيئي الواقعي من منظور ثلاثية: الطبيعي، والاجتماعي، والتكنولوجي، فلم يعد مقبولا أن ينظر إلى البيئة نظرة جزئية خامدة، بل لا بد من أن نصل بينها

وبين البشر الذين يعيثون فيها فسادا، والدراسات الاجتماعية ما عادت تشكو من ضخامة البيانات وانتشار مصادرها وكثافة شبكة العلاقات التي تربط بين الجماعات والظواهر الاجتماعية المختلفة، وأخيرا وليس آخرا، وعلى صعيد اللغة، فقد ردت تكنولوجيا المعلومات البحث اللغوي وصناعة المعاجم إلى مسارهما الطبيعي، وذلك من خلال التعامل المباشر مع اللغة كما هي مستخدمة في دنيا الواقع، وبهذا تحررت اللغة من ديكتاتورية النحاة، وتحرر معجمها من قبضة المعجميين.

٧:٦:٢ ازدواجية الطبيعي والخائلي

إن عجز العلم بعد كل ما توفر له من وسائل أن يعيد الوئام بين الإنسان وعالم الواقع فلن يجد هذا الإنسان مفرا من أن يهجر هذا الواقع، يبحث عن ملاذ له في وهم سكنى الفضاء المعلوماتي cyberspace، فأما إن نجح فسيؤهله هذا لحياة مثيرة يتنقل فيها الإنسان في يسر بين الطبيعي والخائلي، ازدواجية قوامها التكامل لا التنافر، ليصبح العالم الخائلي بمثابة معمل تجارب للعالم الطبيعي الواقعي، فكلما تقدم العلم كلما أصبحت مخاطر تطبيقاته أكثر جسامة، مما يلزم معه إجراء تجاربنا واختبار قراراتنا وسيناريوهاتنا على المستوى الخائلي قبل أن نخاطر بتطبيقها مباشرة في دنيا الواقع، وكما أصبحت رسالة الرياضة البدنية هي من أجل الإعلاء بغريزة العداء الكامنة في الإنسان، يمكن أن يصبح الواقع الخالي تنفيسا لنزعة دفينة لدى الإنسان للاعتداء على الطبيعة والعبث بها.

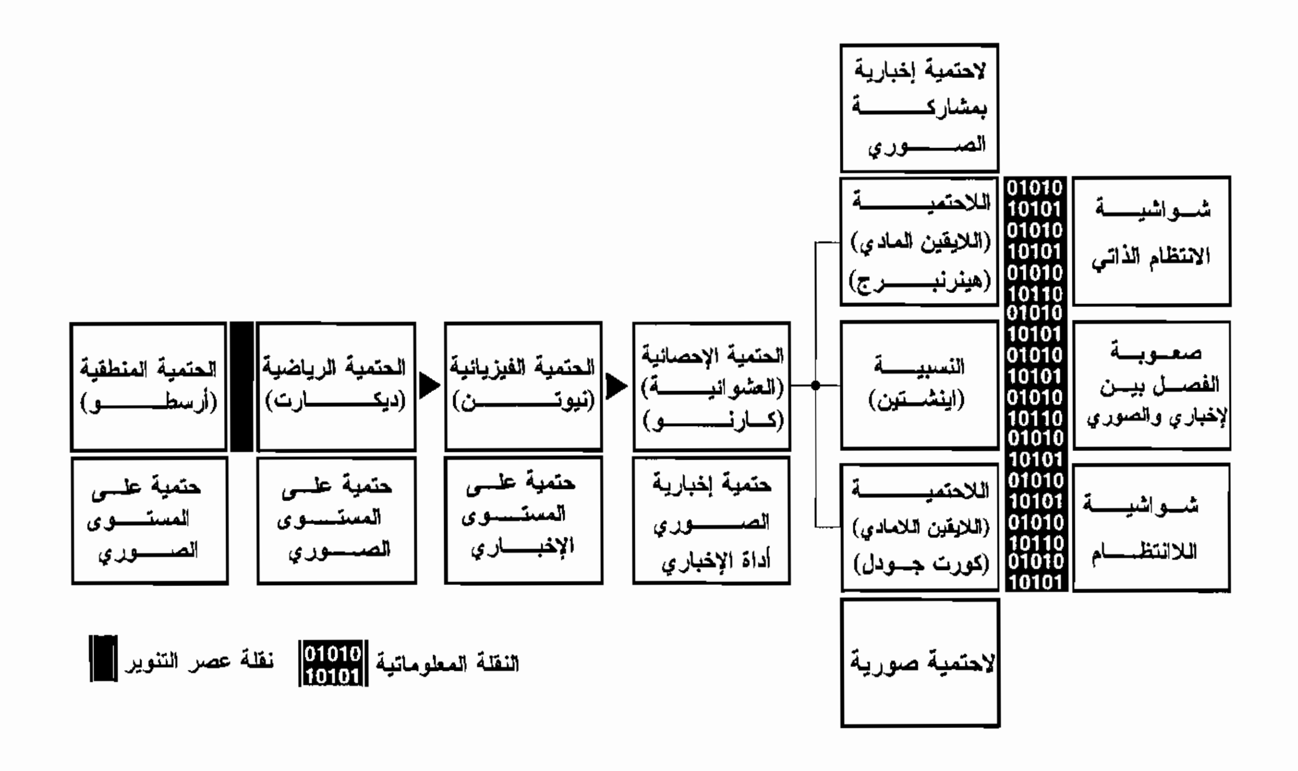
خلاصة، ربما تصبح حياة البشر عما قريب رحيلا مستمرا ما بين الحياة في دنيا الواقع وسكنى عالم الفضاء الخائلي، أقصى صور اللقاء بين المادي والرمزي، وهو ما لا يتطلب فلسفة علم جديدة فقط بل فلسفة جديدة للحياة بأسرها.

٧:٢ مسار تطور العلم من حيث مواجهته للتعقد: النقلة المعلوماتية

١:٧:٢ مواجهة التعقد: ملحمة العلم الرائعة

في طفولته، وبعد أن تخلص العقل من ميثولوجيا أساطيره، يرفض هذا العقل الاستسلام إلى القدرية لينشغل بالأسئلة الكبرى وليس لديه من عدة يواجهها بها إلا أقل القليل، ليروح في غيبوبة ميتافيزقية ما أن يفوق منها حتى تلقفته في مراهقته علموقراطية بيكون المفرطة وعقلانية ديكارت النقية الخالصة لتوحيا إليه أن بإمكانه الوصول إلى الحقائق المطلقة القاطعة، ويأتي نيوتن ليقدم له دليلا عمليا مقنعا على أساس من كون فيزيائي وديع ومنضبط يسبح في فضاء الزمان والمكان المطلقين، وهكذا مضى العقل الإنساني سادرا في غيه، يبادل بلايقينه الديني يقينا علميا لا يأتيه الشك من بين يديه ولا من خلفه، وبعد أن كشفت فيزياء نيوتن الكلاسيكية عن أوجه قصورها توالت عليه الصدمات واحدة تلو أخرى ليفقد يقينه العلمي ويقر برفقه أبدية مع اللايقين الذي ظل يشي بنفسه في ظواهر عديدة تراوحت من التعقد الودود إلى التعقد الشرس الذي يقترب من الفوضى العارمة: كوارث طبيعية لا يدرك كنها، وإشكاليات اجتماعية لا يمكنه احتواؤها، ومعضلات نظرية يعجز عن فك طلاسمها، حتى وصل به الأمر حاليا أن يتساءل هل بلغ العلم منتهاه، وهل للعقل أن يستسلم أمام هذا التعقد القاهر الساحق؟!! هل هي القدرية تطل علينا مرة أخرى في ثوب جديد؟!! وإن كنا قد استسلمنا لها فيما مضى لعجز الأدوات فهل يجوز لنا ذلك بعد أن توفرت لنا كل هذه الأدوات من العلوم والتكنولوجيات وعلى رأسها تكنولوجيا المعلومات والتكنولوجيا الحيوية، أم أن هذا العقل وليد الطبيعة سيمارس حقه مثلها في إحداث المفاجأة. هل سيعلن العقل الإنساني هزيمته أم أن معركة العقل الحقيقية مع التعقد توشك أن تبدأ؟. إن مواجهة العقل لظاهرة التعقد هي ــ بلا شك ــ أعظم ملاحمه وأكثرها إثارة، وإدراك مغزاها يفسر لنا الحدود التي يتحرك العقل في نطاقها، ويبرز القيود الخارجية والمقيدات الداخلية التي تحد من حركته، وكلها أمور في صميم نظرية المعرفة، ومن ثم في فلسفة العلم.

يلخص شكل (٢ : ١٠) فصول هذه الملحمة العلمية الرائعة، والتي سنتناول أدناه كلا منها بإيجاز:



شكل (٢ : ١٠) مسار تطور العلم من حيث تعامله مع التعقد

٢:٧:٢ حتمية المنطق الأرسطى ثم المنهج الاستقرائى(*)

تجاهل الفكر الأرسطي الطبيعة ـ كما ذكرنا ـ ليستخف بتعقدها محاولا أن يخضعه لحتمية منطقه القامع من خلال استنباط هابط يبدأ من مقدمات كلية ليخلص إلى نتائج جزئية تلزم عنها حتما، ثم من خلال استقراء صاعد، حتمي هو الآخر، في المرحلة الكلاسيكية من العلم الحديث يتدرج من الملاحظات الأولية إلى التعميمات فالمبادئ فالنظريات وصولا إلى المبادئ المطلقة، وبهذا يكون التعقد قد تم محاصرته من طرفيه: الكلي والجزيء، يكشف الأول لنا عن تفاصيل الجزيء استنباطا ويظهر الثاني لنا ملامح الكلي استقراء.

* كاد الكاتب يرتكب خطأ أساسيا فيما يخص المنطق الأرسطي قامت بتصويبه يمنى الخولي لذا لزم التنويه.

٢:٧:٣ الحتمية الرياضية

كل شـــيء في الوجود باستثناء الإنسان، عقله وروحه، يخضـــع فـــي فكـــر ديكارت لحتميـــة الرياضيات، ووصلت هذه الحتمية الرياضية إلى منتهاها في فكر خليفته لابلاس حيث تصور أن بإمكاننا استنباط الحالة التي سيكون عليها الكون في المستقبل بكل دقة، لو استطعنا رصد كل موقع في الكون وتجميـــع المعلومات عن كل الظروف والشروط، والعقبة الوحيدة أننا لا نعلم كل هـــذه الظروف والشروط في الوقت الراهن، وليس بأيدينا الوسائل المادية لتجميـــع هذا الكم الهائل من المعلومات ومداومـــة تحديثها وفقا للتغيرات والظـــروف. إن هذه "الطوباوية" الرياضية هي ضرب من السذاجة الإبســـتيمولوجية ــ إن جاز القول ــ فالكون في حقيقة أمره لا يخضع لهذه الحتمية الرياضية، وقـــد وفرت تكنولوجيا المعلومات بالفعل من الإمكانات ما يقارب ما كان يحلم بـــه لابلاس إلا أنها كشفت ــ في الوقت ذاته ــ عن مزيـــد مـــن أوجـــه التعقـــد تتضاءل أمامها كل ما صنعناه من مناهج وأدوات.

٢:٧:٤ الحتمية الفيزيائية

وإن عجزت الحتميات القائمة على الصوري: المنطقي الأرسطي والريـــاضي الديكارتي، فماذا عن الحتمية القائمة على الإخباري، ونقصـــد بـــها الحتميـــة الفيزيائية في الطرح النيوتني، حيث كل ظاهرة من ظواهر الكون مقيدة بشرط يلزم حدوثها اضطرارا، أي خاضعة لقانون يجعلها نتيجة طبيعية لمـــا قبلـــها ومقدمة شرطية لما بعدها، مما يعنـــي أن كل ما يحدث لا بـــد أن يحـــــدث ويستحيل أن يحدث سواه (٤: ١٠٩). إنها الحتمية الفيزيائية وليـــدة عموميـــة القوانين والعلية والإطراد والخطية والشرطية والانعكاسية، بمعنـــى إمكانيـــة الارتداد من الراهن إلى السابق لتتخذ الأحداث مسارا مطابقا لانتقالـــها مـــن الراهن إلى اللاحق، والنظم الطبيعية بذلك ــ على حد تعبير يمنى الخولـــي ــ ليس لها خيار إلا أن تولد الأثر المتوقع، فإن فشلنا في ذلك فإما أننا لم نفـــهم بقدر كاف مسلسل العلة والأثر، أو أننا لم نعط الاهتمـــام الكـــافي لملاحظـــة الظاهرة.

٢:٧:٥ الحتمية الإحصائية

إبان الثورة الصناعية، وبنهاية القرن التاسع عشر، ظهرت الحاجة مـــع انتشـــار الآلات البخارية وآلات الاحتراق الداخلي إلى قياس كمية الحـــرارة وحجـــم

الطاقة المتولدة عن احتراق الوقود والتي تحددها سـرعة حركـة جزيئـات الغازات الناجمة عن عملية الاحتراق، وهي الحركة التي لم تخضع لقوانيـن نيوتن التي قامت ــ أساسا ــ على الحركة الآلية للأجسام الصلبـة، ويـأتي كارنو بقانون الديناميكا الحرارية لينتقل بالحتميـة الفيزيائيـة القائمـة علـى الرياضيات إلى الحتمية الفيزيائية القائمة على الإحصاء، فبينما يتعذر التنبؤ ــ من حيث المبدأ ــ بسلوك الأحداث الفردية، كحركة جزيء الغاز على سـبيل المثال، فإن المتوسط وغيره من المؤشرات الإحصائية الأخرى لعدد كبير من هذه الأحداث المتشابهة يمكن التنبؤ بها وهو ما أطلق عليه مصطلح الحتميـة الإحصائية (١٣: ٤١)، ويا لها من حيلة رائعة مكنتنا من أن نتجاهل السـبب والنتيجة إذ علينا أن نسقط تماما قانون العلة والأثر، أساس الحتمية الفيزيائية، قبل ولوج بوابة التحليل الإحصائي، فالحتمية الإحصائية تتعامل مع الظـاهرة باعتبارها صندوقا أسود لا يعنينا منه إلا سلوكه الكلي الظاهري.

إن الحتمية الإحصائية تتعامل مع الاحتمال العشوائي في أدنى صوره، إنـها ليست عشوائية حقة، موضوعية كامنة في جوف الظاهرة الفيزيائية، بل ترجع ــ في جوهرها ــ إلى نقص معرفتنا بما يحدث وراء سلوك الظواهر التـي تظهر هذا النوع من الانضباط الإحصائي، إنها نوع من الحتمية اضطر فيـه الفيزيائي الإخباري أن يلجأ إلى الصوري الإحصائي كمجرد أداة ليـس إلا، وفي ضوء ذلك يمكن اعتبار حتمية فيزياء نيوتن كحالة خاصة من الحتميـة الإحصائية عندما تصل نسبة الاحتمال إلى مائة في المائة.

وكان لا بد أن تؤدي الثقة المفرطة في المنطق والرياضيات وقوانين الفيزيـاء إلى ترسخ مفهوم الحتمية ليس فقط في نطاق العلم وحدة بل امتد ليشمل ما هو خارجه، فكانت سلسلة الحتميات: البيولوجية والتاريخيـة واللغويـة، والتـي مازالت بقايا منها عالقة إلى الآن، فها هي الحتمية البيولوجيـة تطـل علينـا بوجهها البغيض من جديد، مستغلة ــ هذه المرة ــ الاكتشافات الحديثة فـي علم الجينات، وها هي العولمة بفعل الأدلجة المتسرعة والمغرضة تحـاول أن تفرض حتمياتها الاقتصادية والثقافية على الجميع.

٢:٧:٦ اللاحتمية الفيزيائية

ومن العشوائية الظاهرة إلى العشوائية الحقة، ومن افتعال اللايقين تحايلا على جهلنا بالعلل كما فعلت الحتمية الإحصائية إلى اللايقين الحقيقي الكامن في جوف الظاهرة، بعد أن سقطت العلة ــ فعليا ــ في ظاهرة انبعاث الطاقة من المواد المشعة، حيث يحدث التفكك المادي تلقائيا بلا علة خارجية ولا قوة مؤثرة، وكما فشلت ميكانيكا نيوتن على مستوى الماكرو في الديناميكا الحرارية، فشلت كذلك على مستوى الميكرو عندما عجزت عن تفسير حركة الجسيمات المتناهية الصغر داخل نواة الذرة والتي يستحيل اليقين بشأنها فيما يخص تحديد سرعتها وموضعها معا، ولا يمكن تحقيق ذلك إلا على أساس الاحتمال الإحصائي. إنها اللاحتمية الفيزيائية، حتمية الإخباري وقد لجأ إلى الصوري الإحصائي هذه المرة لا كحيلة أو أداة، بل لضرورة فرضتها طبيعة الظاهرة الفيزيائية ذاتها.

هذا عن اللايقين كما زرعت بذرته ــ أنطولوجيا إبستيمولوجيا ــ ميكانيكا الكوانتم لماكس بلانك ومبدأ عدم اليقين لهينزنبرج، أما نسبية أينشتين فهي لا تنفي الحتمية ولا تؤكدها، لكنها تكفلت بتقويض الإطار الأنطولوجي للحتمية الفيزيائية سواء فيما يخص قانون بقاء المادة والطاقة، أو فيما يخص مطلق الزمان والمكان.

٢:٧:٧ اللاحتمية اللامادية

يأتي كورت جودل لينتقل بهذا اللايقين الفيزيائي (المادي)، إلى اللايقين اللامادي أو اللاحتمية على الصعيد الصوري على أساس ما أثبته من وجود حالات رياضية يتعذر البت في شأنها، من حيث إثباتها أو نفيها، ويضيف جودل إلى حيرة اللاقرار undecidability(*) استحالة الاكتمال الرياضي فما أن تحل قضية من القضايا رياضيا حتى ينشأ عنها قضايا أخرى أكثر تعقيدا وتفرعا، وهكذا دواليك.

ويعيد التاريخ نفسه، فكما شهدت نهاية القرن التاسع عشر إبان الثورة الصناعية ــ كما أشرنا سلفا ــ نقلة إبستيمولوجية حادة من الحتمية الفيزيائية إلى الحتمية الإحصائية، شهدت نهاية القرن العشرين إبان الثورة المعلوماتية نقلة إبستيمولوجية أكثر حدة فيما يخص كيفية التعامل مع ظاهرة التعقد، فكما

(*) فضل الكاتب اللاقرار المفرد كمقابل عربي للمصطلح الإنجليزي عن المقابل المركب "عدم قابلية البت".

عجزت القوانين الرياضية التي قامت عليها الفيزياء الميكانيكية فهب الإحصاء ليسعفها، ها هو الإحصاء ذاته يواجه عجزه ولا يجد بعد من يسعفه، حيث تكاثرت الظواهر العشوائية المعقدة التي لا تخضع للتحليل الإحصائي، وبات على الإبستيمولوجيا أن تصعد إلى درجة أعلى في سلم التعقد، من العشوائية إلى الشواشية chaos، فهيا بنا صوب الفوضى.. !!.

سنتناول فيما يلي الشواشية على مستويين من حيث درجة الصعوبة:

- شواشية الانتظام الذاتي
- شواشية اللاانتظام

٢:٧:٨ شواشية الانتظام الذاتي

يمكن اعتبار شواشية الانتظام الذاتي وسطا بين الانتظام والشواش حيث يولد النظام من رحم الفوضى، ويسلس الماكروي في ظاهره رغم عشوائية الميكروي الذي يموج في باطنه، وقد وصف البعض سلوك شواشية الانتظام الذاتي بالشوانظامي chaoridic(*)، ومن حق القراء علينا أن ندلل على ذلك بأمثلة نستقيها من ميادين المعرفة المختلفة: الطبيعية والإنسانية والاجتماعية:

- **البيولوجي**: رغم الطفرات وعشوائية الصدف تظهر البيولوجيا خاصية الانتظام الذاتي في أبهى صورة متمثلا في هذه الكائنات الحية الرائعة، والوظائف البيولوجية البالغة التعقد التي تنبثق من جوف هذه العشوائية في هيئة طفرات متصاعدة نحو الأكمل والأعقد.
- **العصبي**: إن دورة العمل داخل المخ البشري يجوز وصفها بـ "دورة اللايقين"، ففي كل مرحلة منها يتدخل عنصر الاحتمال، فالخلايا العصبية لا تتجاوب تلقائيا بصورة ميكانيكية مع ما تتلقاه من مثيرات ، فهي صاحبة القرار في أن تتجاوب معها بدرجات متفاوتة أو تتجاهلها تماما. بقول آخر، لا تعمل هذه الخلايا تحت رحمة المثيرات المغذاة إليها حيث يمكنها أن تتجاهل مثيرا قويا في مواقف معينة، وأن تضخم من مثير ضعيف في مواقف أخرى، وحتى لو ولدت الخلية العصبية خرجا تجاوبا مع ما وفد إليها من مثيرات، فلا يشترط أن تنتقل إشارة هذا الخرج إلى الخلايا

(*) نبه الكاتب إلى ذلك الدكتور أحمد شوقي، أما المقابل العربي: الشوانظامي فمن اقتراح الدكتور مصطفى إبراهيم فهمي.

العصبية الأخرى أو العضلات أو الغدد وخلافه؛ فخرج الخلية العصبية ينفذ ــ كما أوضحنا ــ من خلال عناصر التشبيك العصبي synapse، وهي الأخرى ليست عنصرا سلبيا بل آلية إيجابية فعالة يمكن لها أن تحول الإشارة القادمة إليها وتحورها ، بل تبطل مفعولها تماما وتمنع نفاذها إلى الخلايا العصبية الأخرى، بالرغم من كل هذه الاحتمالات وهذه العشوائية الهائلة وليدة اللايقين يظل المخ البشري قادرا على القيام بمهامه بصورة فعالة ومنتظمة، يوجه وظائف الأعضاء ويحل المسائل ويتخذ القرارات، ويحلل المواقف ويقطع بالآراء.

- **النفسي:** يمثل اكتساب الأطفال للغتهم الأم مثالا غاية في الدلالة للانتظام الذاتي، فمن عينة عشوائية مما يلتقطه الطفل من أحاديث الكبار يكتسب هذا الطفل لغته الأم، وتنمو في ذهنه آليات التعامل اللغوي، وقد انتظمت هذه العشوائية ذاتيا في هيئة نظام لغوي دقيق ومتسق، دون مدرس أو توجيه، بصورة تعجز عنها تماما أساليب تعليم اللغة مهما كانت فاعليتها.
- **الكوني:** إن وجود المجرات وغيرها من البنى الكبيرة الحجم ــ وفقا لـ "إدوارد روكي كولب" ــ نجمت عن نمو بذور صغيرة بدائية وما أن توجد بذور صغيرة أولية حتى يكون توزيع المادة فيما عدا ذلك توزيعا سلسا (١٢: ٩٢) ، وهكذا تنتظم هذه الشواشية الفريدة من ونوعها مولدة المجرات والحشود الكونية العنقودية التي نراها.
- **الاجتماعي:** ومثالنا نستقيه مما أورده دوركايم بشأن الذاتية، أو الهوية الفردية، فهو القائل بأن القيم الاجتماعية والسلوكيات لا تدس نفسها بطريقة واحدة في الأفراد، ولا توجد نمطية اجتماعية لا تسمح بنطاق من التنوع الفردي (الذاتي)المفيد، بمعنى آخر إن الذاتية في نظر دوركايم ليست مطلقة (وهو ما يقارب ــ بشكل أو بآخر ــ مفهوم "الفردية المنهجية" لدى ماكس فيبر)، بل تتغير وفقا لنوع من الانتظام الذاتي، وذلك على الرغم من كل ما يعتري السلوك الفردي من عشوائيات الاختلاف وتباين الظروف وماشابه.
- **اللغوي:** تظهر منظومة اللغة أيضا نوعا من الانتظام الذاتي الفريد، فبالرغم من عشوائية استخدامها وشطط مجازها ولانهائية تعبيراتها

والتجدد الدائم في ألفاظ المعجم والإزاحة الدلالية لمعانية، بالرغم من كل هذه الضروب العشوائية تظل منظومة اللغة محتفظة بتماسكها بفضل انتظامها الداخلي الراسخ.

- **النصي**: ومثالنا الأول هنا هو نص ميشيل فوكو مثالا فريدا من الانتظام الذاتي، إلى حد يمكن لنا أن نصفه بأنه "نص بيولوجي" في جوهره، ولا غرابة ـ إذن ـ في استخدام فوكو لمصطلحات البيولوجيا من قبيل الجينولوجيا والأركيولوجيا. إن النص الفوكوي نص مباغت، متحرر من قيود المجاز، يطلق العنان للكلمات لتغدو طليقة حرة تطارد معانيها، بعد أن أصبح المعنى تابعا للكلمات على عكس النص التقليدي الذي ينتقي كلماته لتفي بمعانيه. إن المعنى في نص فوكو "البيولوجي" ينبثق كالطفرات التي يولدها تصادف السياقات وتناثر القرائن، وعشوائية اندلاع الألفاظ وتآخيها أو تنافرها مع بعضها البعض، علاوة على ما ينبثق من جوف النص من استنتاجات وإيحاءات وما يمكن استظهاره مما سكت صاحب النص عنه، ومثالنا الثانى هو النص الروائي لدى جابريل جارسيا ماركيز حيث يمكن اعتباره نصا بيولوجيا هو الآخر، ونكتفي هنا بفقرة قصيرة وردت في تعليق أحد النقاد على روايته القصيرة (قصة بحار حطام السفينة): إن الحقيقة في قص ماركيز للحدث تنبثق كالطفرات من تلك الأكاذيب النبيلة التي يضمنها سرده الروائي.
- **التشكيلي**: ومثالنا هنا هو فنان التجريدية التعبيرية الأمريكي جاكسون بولك الذي تأثر بنزعة الشكلية البيولوجية biomorphic كما دشنها ميرو، حيث تنبثق الصور في ذهن المتلقي المتأمل بشكل تلقائي من مساحات الألوان والأشكال والخطوط المتناثرة بصورة عشوائية ، فكما يقول بولك إنه لا يحاكي الطبيعة ولكن يرسم بصورة طبيعية، ينثر ألوانه وخطوطه على لوحاته الضخمة بلا وعي وبلا خطة مسبقة ، لأن اللوحة لها حياتها الخاصة التي تنبع منها بصورة عفوية.
- **المعلوماتي**: ومثالنا هنا نستوحيه من الإنترنت، فبرغم عشوائية استخدامها من قبل جماهيرها الغفيرة، ومن التنوع الهائل في وثائقها الإلكترونية وطبيعة الرسائل المتبادلة عبرها، وبرغم التباين الشديد في أغراض

استخدامها، بالرغم مما ذكر وغيره من مصادر العشوائية اللامحدودة، تظل الشبكة المعلوماتية العملاقة محتفظة بانتظامها دونما سلطة عليا أو نظم تحكم أو رقابة مركزية، ومن هذا الاحتشاد العشوائي الهائل تنبثق أنماط الاستخدام وتتآلف التنظيمات والجماعات الخائلية وتقوم الشبكة بعملية الترشيح المعلوماتي وفقا لمبدأ البقاء للأصلح لغربلة مضمون الوثائق الإلكترونية والاستبعاد التدريجي لما لا يحوز منها على جدارة التعامل مع الشبكة net worthy.

- **الجغرافي:** ومثالنا هنا هو ظاهرة انتشار المدن في أوروبا العصور الوسطى التي اتخذت نسقا عمرانيا متشابها للغاية، وذلك بالرغم من الاختلاف البيئي والجغرافي والاجتماعي وعشوائية إقامة المباني وشق الشوارع وحفر الترع (١٥: ١١١).
- **التاريخي:** بالرغم من مما تبدو عليه أحداث التاريخ صدفية واضطراب، وطفرات ظهور أبطاله، ينفذ فيلسوف التاريخ أرنولد توينبي ببصيرته في "التحدي والاستجابة" خلال حجب العشوائية ليرى انتظامه الذاتي وقد تجلى في ذلك النمط المتكرر الذي تتخذه دورة حياة الحضارات المختلفة برغم اختلاف أزمنتها ومراكزها. أما إذا ما سرنا على هدى هيجل، وافترضنا — جدلا — صحة تطبيق منطقه الجدلي على مسيرة التاريخ لتؤول في ظله صوب غايات معينة، وهو ما بنى عليه ماركس مبدأه عن الحتمية التاريخية. فإن ذلك — لو صدق — لكان بمثابة حالة قصوى من الانتظام الذاتي، إلا أن التاريخ ليس ضربا من شواشية الانتظام الذاتي بل هو أعقد من ذلك بكثير، إنه حالة من تلك التي تندرج تحت شواشية اللاانتظام، وربما يفسر ذلك فشل الحتمية التاريخية، والذي ترجعه في إطار حديثنا الراهن إلى محاولتها لتطبيق شواشية الانتظام الذاتي — قسرا — على شواشية اللاانتظام، موضوع فقرتنا القادمة.

٩:٧:٢ شواشية اللاانتظام

ومن شواشية الانتظام الذاتي إلى شواشية اللاانتظام تمضي قافلة التعقد الذي سيظل يلاحقنا وسنظل نطارده، فمن أين يأتي الانتظام الذاتي في خضم الاضطرابات الاجتماعية، والتقلبات السياسية والاقتصادية، ومتاهة الظواهر

النفسية، وكيف له أن يأتي في ظواهر البيئة عندما تعلن عن تمردها: في انفجار البركان، وضربة الزلازل، وهبة الإعصار، وانهمار السيل وغدرة الفيضان.

إن شواشية اللاانتظام تواجه التعقد على جبهة عريضة حيث تعجز عن ترويضه جميع وسائلنا من رياضيات وإحصاء ونماذج محاكاة، ولا يبقى لنا سوى نذر يسير من السمات المتشابهة التي يتسم بها سلوك النظم المعقدة، إنها الشواشية وليدة عنفوان اللاانتظام وقد تبدى في مزيج عجيب من اللاخطية واللااطراد واللاانعكاسية حيث يتعذر أن ترتد ظواهر الشواش اللامنتظم إلى النقطة التي انطلقت منها، وهي الظواهر التي يمكن لنا أن نضع أيدينا على أسبابها ولكن يتعذر التنبؤ بنتائجها. وهكذا، وبين استحالة الارتداد إلى ما سبق، واستحالة التنبؤ بما هو قادم تميد الأرض من تحت قدمي العلم، وكل ما نسمعه عن نظريات الفوضى والتعقد والكوارث وما شابه، لا تخرج عن كونها خدوشا في الصخر. إن سلوك الشواش اللامنتظم عادة ما "يتحوصل" حول عدد محدود من البؤر الاحتمالية — إن جاز التعبير — وهو ما يعرف فنيا بمصطلح "الجواذب الغريبة strange attractors" (١٣: ٢٧٦)، وما أغربها حقا، والتي يمكن في حدود نطاقها أن نتلمس قدرا من الانتظام الإحصائي، ولكن المشكلة تكمن في استحالة التنبؤ بمتى سيقوم النظام المعقد بقفزته الضفدعية المباغتة، وإلى أية بؤرة من بؤر جواذبه الغريبة سيحط بها، ومما يزيد الأمر سوءا أن نظم شواشية اللاانتظام تظهر حساسية مفرطة للتغيرات الطفيفة في حالة البداية التي نبتت منها، فيمكن أن يهب الإعصار — على سبيل المثال — نتيجة لتغيرات طفيفة في درجة حرارة الهواء فوق سطح المحيط.

لقد انخدع البعض وحاول تطبيق إحصاء العشوائية على الشواشية؛ فقامت شركات التأمين بتجميع البيانات عن أعاصير وبراكين وزلازل حدثت بالفعل، والرجوع إلى كل المعلومات الممكنة السابقة عليها عساهم يستشفون منها، ولو بصورة تقريبية، متى تحل الكارثة التي يخبئها القدر، وأقيمت النماذج الإحصائية وتعددت سيناريوهاتها، ولكن هذا التوجه باء بالخيبة وكانت كارثة

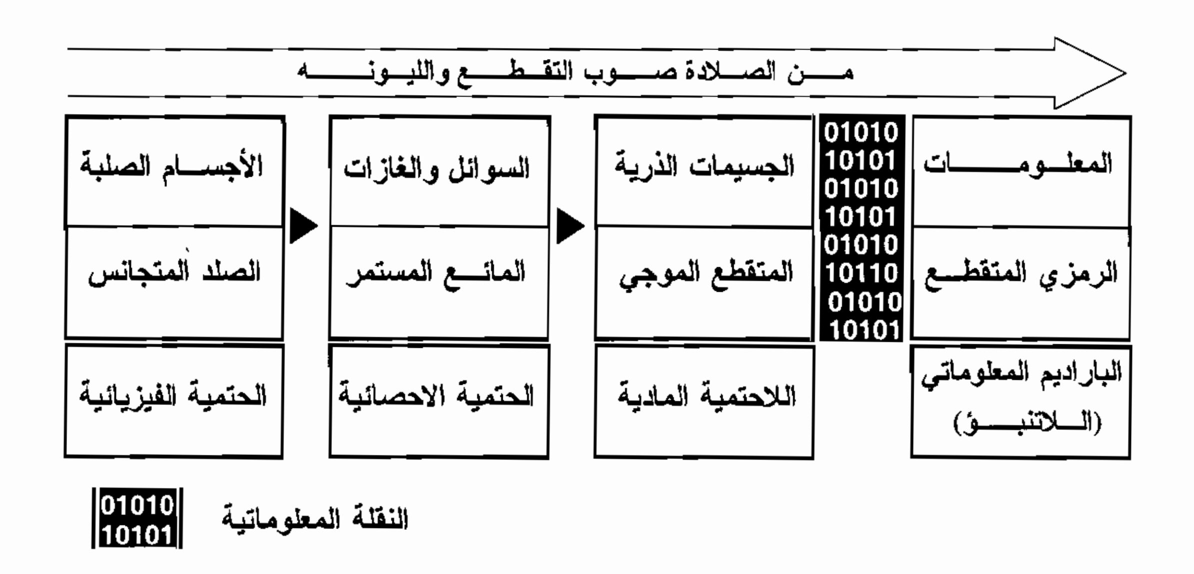
إفلاس العديد من شركات التأمين في الولايات المتحدة. إن هذا التوجـــه قـد انتهج مسلكا محكوما عليه بالفشل مسبقا: ألا وهو التعامل مع الشواشية التـــي تستعصي على التنبؤ على أنها عشوائية يمكن إخضاعها له، فمـــهما كـــانت شمولية المعلومات ودقتها عن النظم المعقدة في نقطة زمنية معينة لا يمكنـــها التغلب على خاصية اللانعكاسية، الارتداد للوراء، وأن تعيد بناء ماضي النظم المعقدة التي تبتلع ماضيها لتلفظه في "حويصلات جواذبها الغريبة" التي أشرنا إليها آنفا، ومما يفاقم الأمر أن النظم المعقدة لا تكرر تاريخها بنفس النمط فهي تغير من أنماط حدوثها، فانتشار أوبئة الإيدز والســـارس والجمـــرة الخبيثـــة يختلف اختلافا كبيرا ــ من حيث النمط ــ مع أوبئـــة المـــاضي كـــالكوليرا والتيفود والطاعون.

لقد أعلنت الشواشية القطيعة المعرفية مع العشوائية دون بديل إبســـتيمولوجي يخرج العلم من ورطته، وبينما اعتبرت الحتمية الفيزيائية ــ كما أشرنا فـــي الفقرة ٢: ٧: ٥ ــ حالة خاصة من الحتمية الإحصائيـــة، لا يمكـــن اعتبـــار شواشية الانتظام الذاتي حالة خاصة من شواشية اللاانتظام، وتوجهت الأنظـــار صوب الكمبيوتر بصفته الآلة المثلى لمواجهة التعقد، إلا أن الكمبيوتـــر هـــو الآخر له سقفية في تعامله مع المعقد، وكثيرا ما أمعنـــت نظـــم المعلومـــات المصممة للتعامل مع الظواهر المعقدة في تجريدها بغيـــة تحليـــل الظواهـــر ومحاصرة جوانبها المختلفة إلى حد يصبح معه هذا الإفراط في التجريد عبئـــا ثقيلا يتداعى النظام المعلوماتي تحت ثقله. إن علاقة الكمبيوتر بالتعقد علاقـــة شائكة للغاية لا أجد خيرا للتعبير عنها مما خلص إليه البعض من أن ما يجعل العالم معقدا يكمن في كونه غير قابل للمعالجة الكمبيوترية.

وفي ختام استعراضنا لمسار تعامل العلم مع ظاهرة التعقد، دعنا ننظر إلـــى هذا المسار من منظور طبيعة المادة التي يتعامل معها العلم، والتي تسامت من أقصى حالات الصلادة للمعادن والصخور إلى أقصى درجات الليونة، ونقصد بها المعلومات التي تخلصت تماما من المادية.

يلخص شكل (٢ : ١١) مسار التطور في هيئة سلسلة من النقـــلات النوعيـــة هي:

- **الحتمية الفيزيائية:** في التعامل مع الصلد المتجانس من الأجسام الصلبة.
- **الحتمية الإحصائية:** في التعامل مع المائع المستمر من السوائل والغازات.
- **اللاحتمية المادية:** في التعامل مع المتقطع الموجي من جسيمات الذرة وكوانتات الطاقة.
- **اللاتنبؤ:** في التعامل مع الرمزي المتقطع من المعلومات وما يندرج تحت البارادايم المعلوماتي من ظواهر اللاانتظام.



شكل (٢ : ١١) تدرج أسلوب التعامل مع التعقد من منظور طبيعة المادة

إن التعقد هو بلا شك محور علوم عصر المعلومات، لذا فهو يحتاج منا إلى مزيد من التفصيل للتعرف على جوانبه والسعي إلى الكشف عن كوامنه.

٨:٢ التعقد: مزيد من التفصيل

١:٨:٢ مصفوفة التعقد

اللاانتظام داء خبيث يصيب الموجودات والأحداث، سواء كانت من صنع الطبيعة أو من صنع الإنسان، فجميعها ـ إن تركت وشأنها ـ تنحو صوب الفوضى وانعدام النظام؛ تتدهور البيئة وتتفسخ المجتمعات وتترهل الأجساد

وتتقادم الأبنية وتتبدد الطاقات وتفسد الأطعمة، وتذبل النباتات، وتضمر العقول وتخبو الذكريات، ويمتزج اللانتظام مع غيره ومع خارجه لينشأ التعقد، هذا اللغز الكوني الذي سيظل يواكبنا ويربكنا، في ذات الوقت الذي يستثير فيه عقولنا، ويستحث هممنا، وينمي قدراتنا ويشد من أزرنا لمواجهة أقدارنا.

سنحاول فيما يلي استعراض جوانب ظاهرة التعقد: مصادره ومظاهره، وطرحنا الحالي ما هو إلا محاولة لتقديم المفاهيم بصورة منهجية وموجزة لعلها تغزي القراء بالبحث عن المزيد، وما أكثره.

بغرض الإيضاح، واستدراج العام لمقام حديثنا الخاص، فقد رأينا ـ كما يوضح شكل (٢ :١٢) ـ أن تقدم التعقد من خلال رؤية معلوماتية ومن منظور عربي، وذلك في مصفوفة ثلاثية المستويات:

تعقدنا	التراكم	الترسخ	القيود الخارجية	المقيدات الداخلية	ضعف آليات الضبط الذاتي
تعقد المعلومات	حمل المعلومات الزائد	التشظي	التطاير	عدم الاتساق	الاستتار
التعقد عموما	التعددية	التفاعلية	الدينامية	اللاخطية	اللاانعكاسية

شكل (٢ : ١٢) مصفوفة التعقد : رؤية معلوماتية من منظور عربي

- **المستوى الأول:** التعقد عموما، أو القاسم المشترك لكل الظواهر والنظم المعقدة.
- **المستوى الثاني:** التعقد وليد تكنولوجيا المعلومات فكما سهلت تكنولوجيا المعلومات من أمور عديدة أضافت أيضا مزيدا من التعقيد على كثير من الأمور الأخرى.
- **المستوى الثالث:** ويتناول مصادر تعقدنا الذي ينفرد بسمات خاصة به لا بد من إدراكها بوضوح كي يمكن للعقل العربي ابتكار الحلول له.

في كل مستوى من هذه المستويات الثلاثة، تم تحديد مصادر التعقد الرئيسية، وربما يرى البعض في تفكيكنا لمفهوم التعقد بهذا الأسلوب نوعا من التناقض الجوهري مع طبيعة التعقد التي تتسم بأقصى درجات الاندماج إلى حد الانصهار في كثير من الأحيان، فرفقا بنا، فما نقوم به هنا هو بدافع الإيضاح في محاولة لفهم الأعقد من خلال الأبسط، وربما يتسق ذلك مع بعض ما كشف عنه الواقع من أنه لا يشترط في أن يكون حل المعقد مضاهيا إياه في درجة تعقده، فما أكثر الأحيان التي يكون فيها حل الأعقد من خلال الأبسط.

٢:٨:٢ التعقد عموما: مصادره ومظاهره

تمثل خماسية: التعددية ــ التفاعلية ــ الدينامية ــ اللاخطية ــ اللاانعكاسية أهم مصادر التعقد عموما، وسنتناول كلا من هذه المصادر فيما يلي بإيجاز:

(أ) **التعددية:** لا تعقد بدون تعدد، فالتعدد هو أساس احتشاد العناصر الميكروية وتحول الكمي إلى النوعي، وكلما زادت التعدد كلما زادت ــ بالتالي ــ عشوائية الصدفة لتزيد من قدرة نظم شواشية الانتظام الذاتي على توليد الطفرات، وتضيف مزيدا من التعقيد على نظم شواشية اللاانتظام، وهناك أنواع من التعدد نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر:

- تعدد العناصر، والمثال هنا جسد الإنسان، أعقد الآلات قاطبة، الذي يتكون من ٧٥ تريليون خلية.
- التنوع، وهو ضرب من التعدد اللامتجانس كما هو الحال بالنسبة للتنوع البيولوجي أو الثقافي، وكلما زاد التنوع زادت قدرة النظام المعقد على إحداث المفاجأة، وزاد معدل ظهور الطفرات التي تنبثق منه، وتنوعت أشكالها وتجلياتها.
- تعدد العلاقات، ومثالنا هنا هو المنظومات الاجتماعية التي تتسم بشبكة كثيفة من العلاقات: الاقتصادية والثقافية والسياسية والتاريخية والجغرافية، وكل نوع من هذه العلاقات يمكن تفريعه إلى علاقات أدق فأدق، وتتخذ العلاقات أنماطا عديدة، تشمل على سبيل المثال لا الحصر: علاقات التبادل والتداخل والاحتواء والتفرع والتناظر

والتشابه، وتختلف العلاقات كذلك من حيث شدتها ومدى تأثيرها، ومن حيث شروط تواجدها وعوامل نموها وضمورها

- تعدد مسارات الربط، ونعطي هنا مثالين: أولهما ذو طابع مادي وهو المخ بشبكة ترابطاته الهائلة من خلال عناصر التشبيك العصبية synapses (ألف تريليون عنصر) التي تربط ما بين الخلايا العصبية neurons (تريليون خلية)، والثاني يجمع بين المادي واللامادي، وهو الإنترنت حيث الشبكة الضخمة للربط المادي من خلال خطوط الاتصالات التي تربط ما بين المواقع؛ وشبكة الربط اللامادي، والتي تفوق نظيرتها المادية ضخامة، من خلال حلقات التشعب النصي hypertext والترابط الوسائطي hypermedia التي تربط على، مستوى المحتوى content، بين الوثائق الإلكترونية ومواقع خدمات المعلومات.
- تعدد حالات البداية والتي تلعب دورا رئيسيا في تعدد أطوار سلوك النظام المعقد، فيمكن أن تنشأ الكوارث الطبيعية من عدد لانهائي من حالات بدايتها.

(ب) **التفاعلية**: لا تعقد دون تفاعلية، فهي مصدر اختلاف السلوك الكلي عن حاصل سلوك العناصر المكونة له، ويأخذ التفاعل صورا عدة، فهو إما أن يكون ذا طابع مادي، كالتفاعل الفيزيوكيميائي، وقد يصل أحيانا إلى حد تبادل أجزاء مادية كما كان يحدث من تبادل قطع ضخمة من الجينات ما بين الكائنات الدقيقة المبكرة (٣: ٢٣٧)، وإما إن يكون من خلال تبادل الإشارات الفيزيائية كالرسائل الكهروكيميائية التي يتم تبادلها خلال شبكة المخ، أو من خلال الفيرمونات phermones التي تشكل اللغة التي تتواصل من خلالها الحشرات الاجتماعية كالنمل مثلا، أو من خلال تبادل المعلومات كما يحدث في نطاق النظم وما بين عناصر البرامج.

ومن أهم مسارات التفاعل هو ذلك الذي يتم عبر مسارات التغذية المرتدة feedback: السالبة والموجبة، والتي تعد عنصرا رئيسيا لإكساب النظم خاصية التكيف ذاتيا، ومن أخطر أنواع التفاعل المنشئة التعقد هو ما

يحدث ما بين المادي واللامادي كذلك التفاعل بين عمليات المخ (المادية) والوعي (اللامادي)(*)، فالوعي ــ كما قيل ــ يثير زوبعة في بحر الهدوء والسكينة الذي نطلق عليه "اسم الموضوعية".

(ج) **الدينامية:** التعددية والتفاعلية دون دينامية لا تولد تعقدا، فالنظم المعقدة ــ وفقا لنظرية الشواش ــ هي تلك القائمة على ديناميات غير الخطي والدينامية هي وليدة التغير الزمني، والذي يمكن أن يكون ناعما مستمرا، وإما أن يكون خشنا متقطعا إلى حد الفجائية، وأحيانا ما يكون التعقد وليد التراكم البطيء كما يحدث في عمليات التطور البيولوجي، وأحيانا أخرى يكون وليد التغير السريع كما هو الحال في التفاعلات الكيميائية.

(د) **اللاخطية:** تتسم النظم المعقدة باللاخطية، فأحداثها لا تتعاقب بصورة متتالية متعاقبة، فلا مكان هنا لعلية تفرض خطيتها على مسار الأحداث، واللاخطية هي المصدر الأساسي لقدرة النظم المعقدة على أحداث المفاجأة وتعذر التنبؤ بسلوكها مقدما، وأخطر ما في ذلك هو ما أثبتته المعادلات التفاضلية اللاخطية من أن للنظم اللاخطية تظهر حساسية مفرطة لحالات البداية initial states وتتسم باتزان حرج شديد الحساسية لأقل التغيرات كما أشرنا في الفقرة السابقة.

(هـ) **اللاانعكاسية:** من أهم خواص النظم المعقدة هي عدم انعكاسيتها، فبينما يمكن أن يرتد غير المعقد ذو الطابع الخطي إلى سابق عهده بعد كل ما يطرأ على وضعه الأصلي من تغيرات بفعل المؤثرات الخارجية، وذلك إذا ما طبقنا ذات المؤثرات في الاتجاه العكسي، إنها اللاانعكاسية التي حرمت منها النظم المعقدة فما أن تترك وضعا ما حتى يصبح من المحال ارتدادها إليه أو حتى معرفته، فهي تخفي آثار أقدامها عبر مسار حركتها المضطربة، وهكذا يمكن القول إن الظواهر المعقدة هي نظم بلا ذاكرة تاريخية، وبلا قدرة على الرؤية المستقبلية، ولهذا يمكنها أن تثور بعد كمون يقصر أو يطول، وتتفجر رغم سكون ظاهري خادع لما تحمله في باطنها من بذور الانقضاض المفاجئ.

* بافتراض الفصل بينهما خلافا لما يراه فلاسفة المخ الماديون.

٣:٨:٢ تعقد المعلومات: مصادره ومظاهره تمثل خماسية : حمل المعلومات الزائد ــ التشظي ــ التطاير ــ عدم الاتساق ــ الاستتار أهم مصادر التعقد على المستوى المعلوماتي.

(أ) **حمل المعلومات الزائد:** فهو يمثل شق التعددية على صعيد التعقد المعلوماتي الناجم عن الكم الهائل من الرسائل والوثائق الإلكترونية التي يتم تبادلها عبر الإنترنت، والذي يتضاعف كل ستة أشهر، ولا تقل حدة مشكلة إفراط المعلومات over-information عن شحها under-information، وتكمن المشكلة هنا فى كيف نحمي المبحرين في الإنترنت من الغرق في بحور المعلومات، وذلك من خلال النظم الآلية لترشيح الوثائق وتصنيفها وإهلاكها. من جانب آخر، فإن خاصية التنظيم الذاتي التي تتسم به الإنترنت والسابق الإشارة إليه في الفقرة ٢: ٧: ٨ يمكن أن تجعل السيطرة على الفيض المعلوماتي الساري عبر الشبكة في يد الباحثين دون حاجة إلى رقابة حيث ستتكفل آلية الانتخاب الطبيعي باصطفاء الطيب من المعلومات ولفظ الخبيث، وذلك استنادا إلى معدلات استرجاعها فالمعلومات الجيدة عادة ما تجتذب الزوار إلى مواقعها في حين تنزوي المعلومات الرديئة بتجاهل زوار الشبكة لها.

(ب) **التشظي:** وهو وليد تعدد مصادر المعلومات وتنوعها، وهو انعكاس للتقطعية discreteness، تلك الخاصية الأساسية للمعلومات والتي تردد ذكرها فيما سبق، وقد طال التشظي كل أنساق الرموز: نصوصا وأشكالا وأصواتا، وكما تتشظى النصوص يتشظى مؤلفوها، فالكاتب ليس كيانا مختفيا وراء نصه، بل شتاتا يتخلل ثناياه، وعلى القارئ أن يلملم هذا الشتات ليعيد تأليف مؤلفه ويكشف النقاب عما سكت عنه عمدا أو جهلا.

أن التشظي يعني غياب العلاقات وأوجه التقابل السافرة، وعلى البشر والنظم الآلية تقع مسؤولية تجميع شظايا المعلومات في كيان متسق مترابط لغويا cohesive، ومتماسك منطقيا coherent، وتجدر الإشارة هنا أن أعمال أجهزة الاستخبارات تقوم ــ أساسا ــ على التعامل مع التشظي المعلوماتي الذي حظى في أعقاب الحادي عشر من سبتمبر

بأولوية عالية في أجندة الولايات المتحدة في مجال البحـوث والتطويـر الخاصة بتكنولوجيا المعلومات.

(ج) **التطاير**: تتسم المعلومات السارية عبر الإنترنت بقصر عمرهـا، فـهي شديدة التطاير، تستعصي على أساليب الأرشفة اليدويـة والإلكترونيـة المتوفرة حاليا، مما يتسبب في ضياع كم هائل من موارد المعلومات، لذا يحاول البعض ابتكار وسائل تكسب الإنترنت القدرة على الأرشفة الذاتية بأن تحتفظ بالمعلومات ذات القيمة والتي يتم انتقاؤها بدلالـة مؤشـرات عديدة مثل معدلات استرجاعها من قبل مستخدمي الشبكة، وكثافة حلقات التشعب النصي التي تتفرع منها أو تحيل إليها.

(د) **عدم الاتساق**: يضاعف عدم الاتساق من صعوبة التشظي، فغالبا ما تكون شظايا المعلومات غير متسقة، سواء من حيث هيكلية بياناتها أو أتسـاقها النصية التي تتغير بتغير النظام المستخدم في بنائها، هـذا مـن حيـث الشكل، أما من حيث المضمون فكثيرا ما تتضارب البيانـات وتتبـاين التعريفات والمفاهيم.

يتطلب عدم الاتساق نظما آلية ذكية لتوحيد صياغة مضمـون الوثـائق وجهودا مضنية على صعيد التقييس standardization، وتطويـر رتـب أعلى من الأنساق الرمزية مما يعرف بـ "الميتابيانات me-adata" لتعمل كلغة وسيطة يتم من خلالها التواصل بين مصـادر المعلومـات غـير المتسقة شريطة التزامها بمطالب لغة التواصل هذه.

(هـ) **الاستتار**: يأتي الاستتار، وتوأمه الالتباس، ليجعل من النصوص سـاحة يصول فيها التعقد ويجول، فالنصوص تحمل في باطنها أضعاف ما تسفر عنه في ظاهرها، وهناك إحصائيات تقريبية تقول إن ما يسفر عنه ظاهر النص لا يمثل ـ في المتوسط ـ إلا ١٠% مما يحمله من معنى، وربما يرجع ذلك إلى أن أفكارنا ـ كما قيل ـ هي ظلال إحساساتنا وهي دائما أشد إظلاما، وربما هناك ثمة صلة بين ما ذكرنا هنا وما خلصت إليـه حديثا بحوث في علم النفس المعرفي من أن الوعي لا يسهم بأكثر مـن

١٠% من توليد أفكارنا في حين يولد اللاوعي الباقي[*]. والنصوص الحديثة عامة، والأدبية والفلسفية بوجه خاص، تحتفي بالغموض وتتمرد على الوضوح الديكارتي، على حد تعبير ميشيل فوكو، الأهم من هذا وذاك أن اللغة تحمل في جوفها لبسا جوهريا، وعبثا حاول المناطقة والفلاسفة أن يخلصوا اللغة من لبسها، فاللبس والغموض خاصية جوهرية في منظومة اللغة، ولولا لبسها وغموضها ما استطاعت الإبانة والإيضاح، ولولا ألفاظها الضبابية (من قبيل: الوجود، الماهية، الأثر، عامل ما، وجه من الوجوه) ما أمكنها التجريد ومن ثم توليد الأفكار الجديدة.

٢:٨:٤ المستوى الثالث: تعقد تمثل خماسية: التراكم ــ الترسخ ــ القيود الخارجية ــ المقيدات الداخلية ــ ضعف آليات الضبط الذاتي أهم مصادر تعقدنا.

(أ) **التراكم:** قدر كبير من تعقدنا يبقى دون حل، أو يتم التصدي له بحلول جزئية لا تزيده في كثير من الأحيان إلا تعقيدا، لتظل تتراكم طبقات التعقد وتتداخل فيما بينها، فالتعقد لا يفنى ذاتيا، مما يخلق طبقات مركبة من التعقد، ليستحيل "عجائن جهنمية" يصعب تفكيكها.

(ب) **الترسخ:** يتسرب التعقد الجاثم على النظم والمؤسسات إلى داخلها مما يعقد من بنيتها الداخلية لتصبح بيئة مواتية لتوليد الدوائر الخبيثة، وتفريخ كيانات خفية وغير رسمية، تستقطب مسارات الأداء الرسمية إلى بالوعتها، وكثيرا ما يتم تحويل هذه الكيانات إلى تنظيمات فعلية كتنظيمات مكافحة الإرهاب، أو مكافحة تسرب الصغار من التعليم، أو أقسام التعليم باللغات الأجنبية التي تفشت في الجامعات المصرية.

(ج) **القيود الخارجية:** كثير من أمور حياتنا تتحكم فيه عوامل خارجية ليست تحت تصرفنا، وقد ضاعفت العولمة من هذه العوامل الخارجية ومن تشديد الالتزام بما تفرضه من تنظيمات وتشريعات. إن القيود الخارجية تجعل كثيرا من قرارتنا وإجراءاتنا من قبيل رد الفعل، وتحد كثيرا من

* يستند المؤلف في ذلك إلى ما نقله إليه شفاهة الدكتور شوقي العقباوي أستاذ علم النفس.

قدرتنا على المواجهة والبحث عن بدائل الحلول فمعظمها يفرض علينا من خارجنا.

(د) **المقيدات الداخلية:** تتضافر المقيدات الداخلية الاقتصادية والتنظيمية والتشريعية والاجتماعية والثقافية مع القيود الخارجية لتحد كثيرا من نطاق تحركنا، وتحد من سرعة تجاوبنا مع ديناميات الواقع. إن تخفيف المقيدات الداخلية، لكونها تحت تصرفنا، هي السبيل الأمثل للتعامل مع القيود الخارجية، ولنأخذ مثالنا هنا مما يتردد كثيرا حاليا بخصوص التنمية المعلوماتية، فمعظم المجتمعات العربية مازالت مكبلة بقوانين وتنظيمات وتشريعات تقف عائقا أمام لحاق الوطن العربي بركب اقتصاد المعرفة مما يوجب التخفيف من هذه المقيدات الداخلية على وجه السرعة.

(هـ) **ضعف آليات الضبط الذاتي:** تعتمد قدرة المجتمعات على حل ما يواجهها من مشاكل إلى توفر آليات الضبط الذاتي، والتي تعتمد ــ بدورها ــ على توفر نظم معلومات ذات شفافية تعمل كآلية للتغذية المرتدة يتم من خلالها نقل ما يجري على أرض الواقع لمقارنته مع ما ابتغاه واضعو السياسات والمخططون وما قام به المنفذون، وذلك من أجل اتخاذ الإجراءات التصحيحية لتصويب الحيود الذي لا بد أن يحدث ما بين هذا وذاك. إن غياب آليات الضبط الذاتي متضافرة مع مصادر تعقدنا الأخرى تجعل من حل مشاكلنا نوعا من التعقد الخبيث الذي يندرج تحت شواش اللاانتظام، وليتنافس المتنافسون ..!!

٢:٨:٥ مواجهة التعقد

اجتذب الوهج العلمي المنبعث من خطاب التعقد كثيرا من "فراشات العقول"، وجازف الباحثون باقتحام عرينه العتيد، وبرغم كثرة ما نشر، وكثير منها يقوم على محاكاة الظواهر المعقدة من خلال النمذجة الحاسوبية، فقد عجزت حتى الآن أن تصل إلى شيء ذي قيمة حقيقية عن التعقد في واقعه الفعلي، ومازال علم التعقد يطرح الأسئلة أكثر بكثير من إعطاء الإجابات، وهو ما يؤكد حاجة العلم في وقتنا هذا إلى الفلسفة.

وفي مواجهته تعقد الهائل والدقيق، وتعقد الحشد والجسد والنفس والرمز، راح العقل يراوغ التعقد ليزوغ هو منه، في مطاردة محكوم عليها بالأزلية، وقد انتهج العقل في ذلك سبلا عدة من أبرزها:

- افتراض الأمثل والأبسط
- اختزال التعقد
- تجنب التعقد
- التعقد كصندوق أسود
- إغفال السياق
- طغيان الفكرة المحورية

وسنحاول فيما يلي استعراض كل من هذه الأنهج بدلالة مجموعة من الأمثلة المحدودة والتي استقى الكاتب كثيرا منها من حقل اللغة بحكم تخصصه، وربما أيضا لكون اللغة مرآة العقل، العقل المناضل ضد التعقد وكون تعقد اللغة هو صدى لتعقد الواقع، الواقع ساحة نضال هذا العقل.

(أ) **افتراض الأمثل والأبسط:** ومن أمثلته:

- افتراض الميكانيكا الديناميكية لنيوتن وكونا ثابتا لا يعرف النسبية ليسبح في فضاء المكان المطلق والزمان المطلق.
- قيام نظرية اللغة لتشومسكي على اللغة المتصورة كما ينص عليها النحو، ويقررها المعجم، تحاشيا لشواشية استخدام اللغة واقعيا.
- افتراض أنماط مثلى للتوزيع الإحصائي والذي يعرف بالمنحنى الناقوسي bell-like distribution المتماثل حول محور توسطه، وذلك على الرغم من أن المنحنيات الأكثر شيوعا في الطبيعة هي الأشكال غير الناقوسية.

(ب) **اختزال التعقد:** ومن أمثلته:

- تصور فلاسفة العقل المختزلين أن الوعي ليس أي شيء خاص، فهو مجرد نتاج لسلوك ذكي (١٦: ٢٥٧)، وما الفكر إلا وظيفة من وظائف المخ، فهو يفرز التفكير ــ على حد قول بعضهم ــ كما يفرز الكبد

العصارة، ليختزل بذلك علم النفس إلى علم وظائف الأعضاء التي تختزل هي الأخرى إلى مجرد عمليات فيزيوكيميائية صرفة.

- تسطيح السلوكية، على يد سكينر لعملية اكتساب اللغة لدى الأطفال باختزاله إياها إلى مجرد عملية لتسجيل وتخزين المفردات وتراكيب أنماط تكوين الكلمات والجمل في الذاكرة، واكتساب المهارات من خلال خبرة التعامل مع الواقع ليغفل بذلك الشق الذهني لاكتساب اللغة.

(ج) **تجنب التعقد:** ومن أمثلته:

- تجنب بلومفيلد، المنظر اللغوي الأمريكي، لشق المعنى والذي ــ طالب صراحة ــ بذلك حتى يمكن أن يمضي التنظير اللغوي في طريقه، ويأتي فيتجنشتين ليقول بإمكانية تأسيس نظرية للمعنى دون شرط بوجود تعريف له، وشتان الفرق بينهما، فتجنب بلومفيلد هو تجنب مرده إلى العجز، في حين أن تجنب فيتجنشتين هو تجنب أصحاب البصيرة النافذة.
- تجنب دي-سوسير اللغة المكتوبة في تأسيسه لعلم اللغة حيث قصر هذا العلم على اللغة المنطوقة دون سواها، وكما خلص جاك دريدا في تفكيكه للخطاب السوسيري إلى أن الدافع من وراء ذلك هو تجنب إشكالية استحالة استكمال المعنى الذي يتوسع دوما مع ما تستحدثه النصوص المكتوبة من سياقات.
- إرجاء أينشتين ــ قصدا ــ لقوة الجاذبية في نسبيته الخاصة، ليقوم بعد ذلك بإدراجها في نظريته العامة.
- زوغان البنيوية كما يتهمها البعض من مواجهة التعقد من خلال تحاشيها أزمة الفلسفة بالانغماس في وهم البنى العميقة، وفي البحث عن الجذور والأصول وعن الأسباب وجوهر العلاقات.

(د) **التعقد كصندوق أسود:** ومن أمثلته:

- اعتبار السلوكيين للمخ كيانا مغلفا لاستقبال المثيرات وتوليد ردود الأفعال دون الخوض في كيفية معالجة آليات المخ لهذه المثيرات

- نموذج الدخل والخرج في مجالات الاقتصاد والذي يحكم على الأداء الكلي للنظام الاقتصادي بدلالة ما يغذى به من موارد وما ينتجه من عوائد.
- أسلوب الهندسة العكسية في فض انغلاق الصناديق السوداء من خلال دراسة عينة منتقاة من المدخلات مقرونة بالمخرجات التي يظهرها الصندوق الأسود، وتقوم الهندسة العكسية على أساس وجود علاقة قاطعة بين المدخلات والمخرجات، وهو ما لا يتوفر في نظم الشواشية التي لا تخضع لهذه الخوارزمية القاطعة بين الدخل والخرج.

(هـ) **إغفال السياق الأشمل:** ونقصد به ــ أساسا ــ إهمال العلاقات التي يتفاعل من خلالها النظام المعقد مع خارجه ومن أمثلة ذلك:

- علم الإيكولوجيا في معظم تاريخه قد تعامل مع الطبيعة معزولة عن البشر.
- دراسة المخ معزولا عن الجسد والذي نظر إليه بصفته كيانا سالبا ينحصر دوره في تغذية البيانات للمخ وتلقي التعليمات منه.
- قيام المعجميين بتحديد معاني الألفاظ منزوعة من أسيقتها تحاشيا لشواشية استخدامها في الواقع، وهو القصور الذي تسعى الأساليب الحديثة لصنعة المعاجم إلى تجنبه من خلال بنائها على أساس قواعد ذخائر النصوص textual corpuses وذلك بتحديد معاني الألفاظ على ضوء الأسيقة الفعلية التي ترد بداخلها في النصوص الواقعية.

(و) **طغيان الفكرة المحورية** : وأكثر ما يلاحظ ذلك على صعيد المنهج العلمي حيث تطغى فكرة محورية واحدة في الغالب تحاول أن تحتوي كل شيء ــ ولو قسرا ــ من أمثلة ذلك:

- الاستقراء ولا شيء سواه لدى جون ستيوارت ميل هو آلية الاستدلال الوحيدة.
- إمبريقية هيوم، فكل الظواهر غير المادية كالفكر والانفعالات والروح، وما شابه، هذا إما أنها وظيفة ثانوية للمادة وإما أنها خرافة لا معنى لها.

• وأخيرا وليس آخرا، فقد تحولت الفكرة الأساسية للجينـوم المتمحـورة حول الحلزون المزدوج، وكون الدنا DNA تصنع الرنا RNA والرنـا تصنع البروتين إلى نوع من الدوجما فقد قامت هذه الفكـرة علـى أن الجينوم هو المستودع الوحيد للبيانات البيولوجية، وأن ما يتخلل السـرد الجينومي من سقط الدنا هو نوع من اللغو البيولوجي طالما لا يكود في هيئة شفرات لصناعة البروتينات، وقد أثبتت البحوث أخـيرا وجـود مستودعات أخرى للبيانات البيولوجية غير الجينوم، وأن سـقط الدنـا ليس بالمرة لغوا (١١).

إن استعراضنا لمحاولات العلم للتصدي لظاهرة التعقـد سـواء بتبسـيطه أو اختزاله أو حتى تجنب بعض جوانبه هو بلا شك نوع من التفكير الارتجـاعي retrospective، فلولا أن قام العلم بذلك لما كان له أن يتطور ويحقق إنجازاتـه الباهرة، فقد صرح أينشتين أنه أقام صرحه العلمي على أكتاف نيوتن، ولـولا منطق أرسطو القاطع، منطق الرتبة الأولى، ما كان للمنطق أن يرقـى إلـى رتبه الأعلى، ولولا لغويات دي-سوسير ما كانت تفكيكيـة دريـدا، ولـولا البيولوجيا الجينية، كما أسس لها واطسون وكريك، ما كنا سنسمع ــ غالبـا ــ عن البيولوجيا اللاجينية، وأخيرا وليس آخرا لولا آلة جون فـون نيومـان، الأتوماتية الأساسية التي قامت عليـها معماريـة الكمبيوتـر، ذات الطـابع المركزي الصارم، ما كان لأحفاده مـن بعـده أن يطـوروا "آلـة اللافـون NONVON" ــ كما يطلقون عليها ــ كأساس لمعمارية جديدة لكمبيوتـر يعمـل بالأسلوب اللامركزي المتوازي.

لقد كان العهد في الماضي عندما يعجز العلم عن أن ينجز مهمته النظريـة أن تأتي الهندسة لتسعفه بحلولها العملية وأساليبها التقريبية الإمبريقية، وحـازت الهندسة بذلك شرف كونها فن التحكم في النظم المعقدة، ولكن هل لهذا التكامل العلمي ــ الهندسي أن يستمر إزاء الشوشية، هل ما نسمعه حاليا عن اقتحـام الهندسة لمناطق التعقد الشائكة يمكن أن يمثل حلا ــ ولو جزئيا ــ انتظـارا للحسم العلمي المنتظر، والذي ربما يطول انتظارنا له، هل يمكـن أن توفـر الفروع المستحدثة لهندسة الكوارث، والهندسة البيئية والهندسـة الاجتماعيـة

وسائل عملية للسيطرة على هذه الظواهر المعقدة، هل تنجح هندسة الكوارث أن تتوقع الكوارث قبل وقوعها؛ أن تفرغ الإعصار في نشأته من قوته المدمرة، وتفتت الزلزال إلى "زليزلات" صغيرة لتسريب الجهد الناجم عن احتكاك طبقات الأرض، وأن تضع المجسات في أعماق الأرض لالتقاط النبضات الجيولوجية التي تشي بقرب الانفجار البركاني، وأن تجمع المعلومات البيئية من خلال الأقمار الصناعية ووسائل الاستشعار عن بعد لكي يمكنها أن توازن الاختلال الإيكولوجي قبل فوات الأوان، وهل يمكن للهندسة الاجتماعية أن تمد قرون استشعارها للجماعات والمؤسسات وترصد متغيرات المجتمع، كي تحفظ لهذا المجتمع توازنه واستقراره وتحميه من التفسخ والتصدع قبل أن يقع المحظور، وإذا ما عجزت الهندسة هي الأخرى عن منازلة الطبيعة هل يمكن أن ترضى بالقيام بمهمة الإنذار المبكر، حتى تعطي مهمة زمنية معقولة لكي يتدارك المتعرضون خطر الكارثة التي ستنزل بهم، ومن حسن الطالع أن الشواشية غالبا ما يسبق مفاجأتها شواهد تمهد لها.

خلاصة، فكما سيغير التعقد وشواشيته علاقة العلم بالفلسفة، فمن شبه المؤكد أنه سيغير أيضا علاقة العلم بالهندسة.

٢:٩ المثلث الذهبى

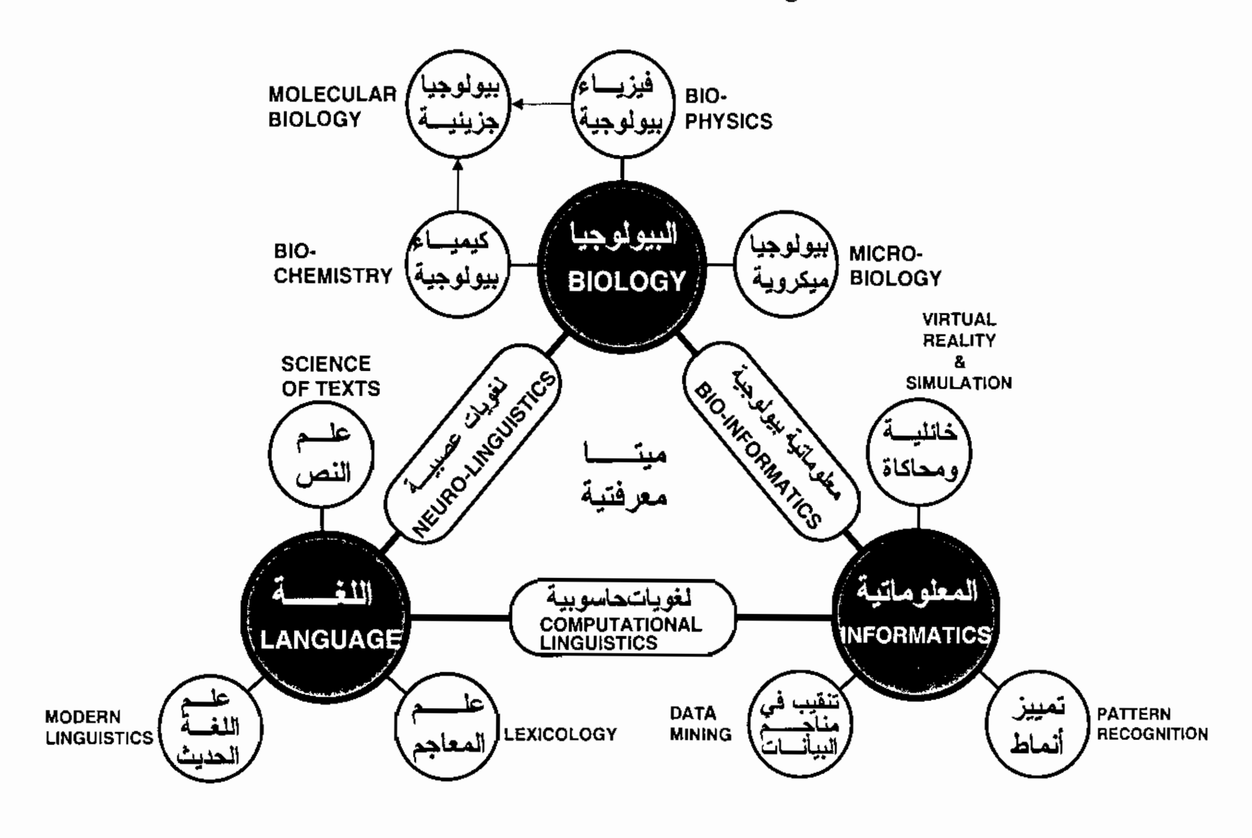
٢:٩:١ الإطار العام للمثلث الذهبى

كما وعدنا في الفقرة ٢: ٤: ٥ تحاول الفقرة الحالية إثبات الجدارة الإبستيمولوجية للمثلث الذهبي التي تؤهله ليكون رأس الحربة لمعرفة عصر المعلومات.

يوضح شكل (٢ : ١٣) النسق العام لهذا المثلث المعرفي برؤوسه الثلاث: البيولوجيا ــ اللغة ــ المعلوماتية والذي يتفرع كل منها بدوره إلى عدة فروع أساسية هي:

- **البيولوجيا:** البيولوجيا الجزيئية molecular biology (وهي التقاء الفيزياء البيولوجية bio-physics، والكيمياء البيولوجية bio-chemistry)، والميكروبيولوجي الذي بات يلعب دور متزايدا في تفسير نشأة الحياة.

- **اللغة:** علم النحو العام universal grammar، وعلـــم النـــص science of texts، وعلم المعجم lexicology.
- **المعلوماتية:** تمييز الأنمـــاط pattern recognition، المحاكـــاة والخائليـــة simulation & virtuality، والتنقيب عن المعرفة في مناجم البيانـــات data mining.



شكل (٢ : ١٣) النسق المعرفي للمثلث الذهبي

كما يرى الكاتب، يكتسب المثلث الذهبي جدارته الإبستيمولوجية بناء على عدة خصائص تضفي عليه طابعا معرفيا اندماجيا غير مسبوق، وقـــوة تضاعفيـــة تؤهله للانتشار عبر المجالات المعرفية المختلفة، والنفاذ خـــلال حواجزهـــا الفاصلة، والتالي قائمة بهذه الخصائص نتبعها بشرح موجز لكل منها:

- التكافؤ المعرفي
- التفاعل المعرفي
- التكامل المعرفي

- التماثل الرمزي
- الزمكانية
- الخاصية الإبداعية (التوليدية)

٢:٩:٢ التكافؤ المعرفى

تعد عناصر المثلث الثلاثة متكافئة إبستيمولوجيا على كلا المستويين: الصوري والإخباري، مما يؤهلها للتفاعل والتكامل المعرفيين بصورة يزعم الكاتب أنها لا تتوفر في أية توليفة علمية أخرى، ومن شواهد ذلك:

- كل فرع له رياضياته، فللغة رياضياتها كما أسس لها برتراند راسل، وللمعلوماتية منطقها الرياضي كما أسس لها كورت جودل، وأخيرا أصبح للبيولوجيا رياضياتها كما دشنتها كيلر.
- كل فرع له منطقه، فالمعلوماتية قامت في البداية على منطق أرسطو القاطع القائم على ثنائية الصواب والخطأ، وهي تنحو حاليا صوب المنطق غير القاطع fuzzy logic، واللغة لها أيضا منطقها فقد استحدثت رتبا أعلى من المنطق تتجاوز المنطق الأرسطي القاطع، والبيولوجيا هي الأخرى لها منطقها الخاص فيما يعرف بمنطق الحشد swarm logic، وللحديث بقية في الفقرة ٣:٣:٣ .
- كل فرع له هندسته، فاللغة لها هندستها، هندسة اللغة، والبيولوجيا لها هندستها الوراثية، والمعلوماتية لها هندستها المتمثلة في هندسة الذكاء الاصطناعي وهندسة المعرفة.
- كل فرع له فنه، فاللغة لها فنونها من أدب وشعر وما شابه، والمعلوماتية لها قائمة من الفنون الرقمية والتي تشمل على سبيل المثال: الفن الرمزي، الفن الاتصالي، فنون الميديا، وسمعنا أخيرا أن البيولوجيا هي الأخرى قد أصبح لها فنها، فقد استخدمت الهندسة الوراثية لزرع جين قنديل البحر ذي الخاصية الضوئية في نواة بويضة نوع من الأرنب فولدت أرانب صغيرة تشع ضوءا فسفوريا، وهذه مجرد بادية للفن البيولوجي الذي يصمم رواده المضي فيه قدما برغم معارضة الكثيرين.

- كل فرع له فلسفته، فاللغة لها فلسفتها كما أسس لها فيتجنشتين والبيولوجيا لها أيضا فلسفتها من أهم فروعها فلسفة العقل، ويتردد على أسماعنا مقولات مثل البيولوجيا كأيديولوجيا، وتسعى المعلومات هي الأخرى لتسجيل بصمتها الفلسفية، فبعد أن أسس كلود شاتون لنظرية المعلومات التي مكنت من قياس كمية المعلومات، حاول البعض ـ انطلاقا منها ـ دراسة ثنائية "المعلومات-المعرفة" على أساس أن المعلومات تمثل عنصر الكتلة في حين تمثل المعرفة عنصر الطاقة، وهو ما يمثل النظير الرمزي اللامادي لمعادلة أينشتين الشهيرة التي تربط ما بين الكتلة والطاقة على المستوى المادي.

ولا يقتصر التكافؤ المعرفي ما بين البيولوجيا واللغة والمعلوماتية على مستوى النسق العلمي العام بل ـ كما أوردنا أعلاه ـ يتجاوزه إلى ما دون ذلك من ذلك:

- تتسم ثلاثية المثلث الذهبي في كثير من ظواهرها بخاصية الانتظام الذاتي، كما أوضحنا في الفقرة ٢: ٧: ٨ في نفس الوقت الذي تحتفظ فيه بقدر من شواشية اللاانتظام.
- كل من العناصر الثلاثة قد تم اتخاذه كنهج علمي عام (باراديم) يتم تطبيقه على مجالات معرفية متنوعة، فقد تم تطبيق النهج البيولوجي في النماذج الوظيفية لعلم الاجتماع كما أسس له هربرت سبنسر ودروكايم وآخرون، وكما أوضحنا في الفقرة (٢: ٥: ٦) أصبح الباراديم البيولوجي بمثابة نقلة نوعية خادة في مسار تطوير المناهج العلمية، مثلها مثل البيولوجي استخدمت اللغة كنهج معرفي عام؛ فاللغة هي النسق الرمزي الأم الذي تحتذي به أنساق الرموز الأخرى (لغة الأدب ولغة الشكل ولغة الموسيقى،..)، أما الفلسفة المعاصرة فقد أسرفت في نزعتها اللغوية، ومعظم المدارس الفكرية الحديثة من تفكيكية، وما بعد حداثة، وما بعد كولونيالية، وما بعد بنيوية، تتخذ من اللغة محورا لها، وأخيرا وفيما يخص المعلوماتية، فقد استخدم النموذج الحاسوبي في دراسة المخ، ويمثل الباراديم المعلوماتي ذروة التطور الإبيستيمولوجي ـ كما أوضحنا في الفقرة ٢: ٥: ٧.

٣:٩:٢ التفاعل المعرفى

كما يوضح الشكل تفاعلت عناصر المثلث الذهبي بعضها مع بعض لتولد ثلاثية من العلوم البينية هي:

- ما بين البيولوجي واللغة: اللغويات العصبية neuro-linguistics.
- ما بين البيولوجي والمعلوماتية: المعلوماتية الحيوية bio-informatics
- ما بين اللغة والمعلوماتية: اللغويات الحاسوبية computational linguistics

وهناك مستوى أعلى من التفاعل بين هذه العلوم البينية ذاتها وهو ما يثري الجدل الإبستيمولوجي داخل المثلث الذهبي.

من مظاهر التفاعل المعرفي الأخرى هو تبادل الحلول لإشكاليات العناصر الثلاثة، فالبيولوجي كما أوضحنا في الفقرة ١: ٣: ٢ هو مصدر حل الإشكالية التي يواجهها تطور الكمبيوتر حاليا سواء على مستوى العتاد أو البرمجيات خاصة فيما يتعلق بمحاكاة المخ البشري والحواس البشرية، في ذات الوقت الذي أصبحت إشكالية البيولوجي ذات صبغة معلوماتية تتزايد يوما بعد يوم، وسبر أغوار المزيد من أسرار البيولوجيا الجينية رهن بقدرتنا على تحليل البنية المعلوماتية المركبة التي تنطوي عليها نواة الخلية سواء فيما هو داخل الجينوم أو خارجه، وهي البنية المعلوماتية التي لا يمكن فك طلاسمها دون سند من اللغة للكشف عن بناها التركيبية ودلالات هذه التراكيب التي تترجم إلى بروتينات وإنزيمات أو خصائص وسمات، وذلك بالطبع علاوة على كون اللغة هي أساس البيولوجيا الجزيئية متمثلا في لغة الجينات، أما إشكالية اللغة فكما يقول نعوم تشومسكي لن يكون حلها انطلاقا من المنطق والرياضيات بل من البيولوجي، وهي رهن بما يمكن إنجازه لاكتشاف الأساس الجيني للوظائف اللغوية في المخ البشري وقد سمعنا أخيرا عن اكتشاف "جين النحو"، والبقية تأتي.

أما تبادل الحلول ما بين اللغة والمعلوماتية فالذكاء الاصطناعي قائم ــ في مجمله ــ على محاكاة قدرات الذهن اللغوية وتطور لغة البرمجيات يعتمد ــ أساسا ــ على محاكاتها لقدرات اللغات الإنسانية، وفي المقابل تساهم المعلوماتية مساهمة كبيرة في حل الإشكالية اللغوية سواء فيما تقدمه من دعم للتنظير اللغوي، ويكفي شاهدا هنا أن كثيرا من النماذج اللغوية قد قام

بابتكارها حاسوبيون، بالإضافة إلى ذلك تقوم المعلوماتية كما أوضحنا في الفقرة ٢: ٦: ٦ بتطوير صنعة المعاجم بصورة جذرية من خلال بنائها استنادا إلى ذخائر النصوص المحوسبة، وكذلك تسهم المعلوماتية في تطوير علم النص بوسائل عدة تشمل على سبيل المثال: الشبكات الدلالية ومخططات المفاهيم التي تستخدم في تمثيل بنية النصوص وشبكة العلاقات التي تموج بداخلها.

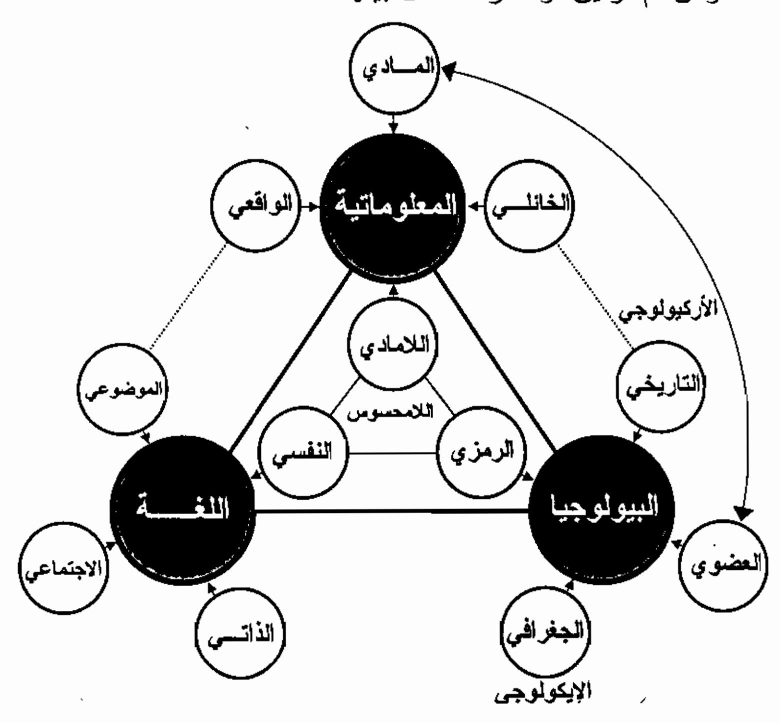
من جانب آخر، فإن عوالم الواقع الخائلي، يمكن أن تكون مجالا خصبا لفهم إشكالية المعنى اللغوي، التي حيرت الفلاسفة والعلماء عبر القرون. لقد أوضح لنا فلاسفة اللغة أن نشأة المعنى اللغوي وتحوره مرتبط بممارساتنا الحياتية، واكتسابنا الخبرات العملية والذهنية. مصدر الصعوبة هنا أن المعنى يزوغ منا في متاهات هذه الممارسات ومسالك اكتساب تلك الخبرات. لقد أمكننا فهم الظواهر الطبيعية المعقدة من خلال تبسيطها والتدرج من البسيط نحو المعقد. على نفس المنوال، ربما يمكن لنا فهم ظاهرة المعنى بصورة تعلمية متدرجة، من خلال نماذج وجود (أنطولوجيات) مبسطة نقيمها في دنيا الواقع الخائلي، تتدرج فيها العلاقات والظواهر، من الأبسط إلى الأعقد، بصورة مدروسة ومخططة. من خلال هذا التدرج الأنطولوجي، ينمو فهمنا شيئا فشيئا لكيفية انصهار المعاني في صلب أفكارنا وخبرات حياتنا. تجدر الإشارة هنا إلى أن مفهوم الأنطولوجيات المبسطة المشار إليه، يستخدم ـ بالفعل ـ في بحوث الدلالة الصورية formal semantics.

٢ : ٩ : ٤ التكامل المعرفي

يجمع ما بين عناصر المثلث الذهبي ـ كما يوضح شكل (٢ : ١٤) ـ تكامل معرفي يندر وجوده في تكتل معرفي آخر، حيث تجمع البيولوجيا بين الإيكولوجيا والأركيولوجيا (الجغرافي والتاريخي)، وبين المادي والرمزي (المتمثل في لغة الجينات)، وتجمع اللغة بين النفسي والاجتماعي من جانب، والذاتي والموضوعي من جانب آخر، في حين تجمع المعلومات ما بين المادي (العتاد) واللامادي (البرمجيات) وبين الواقعي والخائلي. علاوة على ذلك تتلاقى أطراف من العناصر الرئيسية الثلاثة المكونة للمثلث الذهبي، وهي اللامادي المعلوماتي، والرمزي البيولوجي، والنفسي اللغوي، لتجعل لهذا

المثلث الفريد قلبا من اللامحسوسيات ليعمق من تكامله المعرفي، بالإضافة إلى أن ثمة علاقة ما تؤالف بين الواقعي والموضوعي، وبين الخائلي والتاريخي، والموضحة بخطوط من النقاط في الشكل.

ويضمن هذا التكامل تغطية معرفية على أوسع نطاق، ويزيد من عمق هذا التكامل تماثل رمزي بين العناصر الثلاثة حيث يعمل هذا التماثل الرمزي ــ كما ستوضح الفقرة القادمة ــ على زيادة فاعلية الحوار بين العناصر الثلاثة ومن ثم توثيق أواصر التكامل بينها.



شكل (٢ : ١٤) مسارات التكامل المعرفي ما بين عناصر المثلث الذهبي

٢:٩:٥ التماثل الرمزى

من أقوى عوامل الترابط التي يتسم بها المثلث الذهبي، وأكثرها عمقا، هو التماثل الرمزي بين ثلاثية عناصره، وهو التماثل الذي نلخصه في أمور عديدة من أبرزها:

(أ) **خاصية التقطعية:** أي اللااستمرارية، فالمعلومات ــ بحكم طبيعتها ــ سلسلة من النبضات أو الرموز المتتالية تتخللها فترات تقطع زمنية،

وعلى شاكلتها اللغة على جميع مستويات الوحدة اللغوية: حروف وأصوات وكلمات وجمل وفقرات، فجميع تتابعات هذه الوحدات اللغوية تتخللها هي الأخرى فترات تقطع زمنية، ويأتي البيولوجي ليسفر عن نزعته التقطعية هو الآخر سواء على مستوى الميكروبيولوجي أو مسار التطور، فعلاوة على تقطعية لغة الجينات ذاتها، فالثلاثة بلايين حرف التي تمثل الجينوم ليست تتابعا متصلا من الجينات بل تتخلله الفجوات، سواء فيما بين الجينات intergenic، أو داخل نطاق الجينات ذاتها، أما على مستوى مسار التطور فقد ثبت أن التطور البيولوجي لا يحدث في مسار مستمر بل من خلال فترات واسعة من النشاط تتلوها فترات كمون.

(ب) **خاصية الفائض redundancy**: يعد الفائض اللغوي أحد المقومات الأساسية في منظومة اللغة، فلا لغة دون فائض، وهو السر وراء قدرتها العجيبة على توصيل المعنى رغم أخطاء الناطقين ولغوهم، وإطناب كتابها أو اقتضابهم، ويقصد بالفائض اللغوي اشتمال التعبير اللغوي على فائض من القرائن يمكن من خلاله تصويب الخطأ، والتعويض عن المحذوف، واستنباط المفترض، ففي جملة بسيطة مثل: "يوقط الفتى من نومه" ــ على سبيل الإيضاح ــ يمكن تصويب الخطأ في فعل "يوقط" على أنه "يوقظ" استنادا إلى القرينة اللفظية "نومه"، والتي تعد فائضا لغويا، ففعل "الإيقاظ" عادة ما يكون من "النوم"، أما على صعيد البيولوجي، فالجينوم أيضا يتضمن فائضا، وقد تعددت أسماؤه: الدنا الخردة، سقط الدنا، الدنا غير المكود أي الذي لا ينتج بروتينا وهكذا، وقد نظر إليه بصفته بقايا رمزية خلفها التطور البيولوجي عبر الأزمنة، ولكن ثبت أخيرا أن هذا الفائض البيولوجي ليس مجرد كم مهمل بل له دوره الذي لم يتم اكتشافه بعد.

أما فائض المعلومات فهو أحد أساسيات نظرية الاتصالات؛ فالرسائل التي ترسلها الأقمار الصناعية والمحطات الفضائية والروبوتات الفلكية تتضمن فائضا يصل أحيانا إلى ثلاثة أضعاف حجم الرسالة المطلوب بثها إلى أجهزة الاستقبال في المحطات ومراكز التحكم الأرضية. إن هذا

الفائض هو الذي يعوض ما يحتمل أن تفقده هذه الرسائل مـــن نبضـــات ومقاطع أو تصويب ما يعتريها من أخطاء بسبب عوامل عديدة منها البقع الشمسية على سبيل المثال.

(ج) التشابه البنيوي ما بين منظومة اللغة ومنظومة المعلومات البيولوجية:

كمـــا أشرنـــا في الفقرة ٢: ٤: ٦ ـ بند(أ) يتم تناول منظومة اللغة على مستويين: مستوى القدرة اللغوية competence على حد تعبير تشومسكي، أو نظام اللغة المفترض La langue علـــى حـــد تعبـــير دي-سوســـير، ومستوى الأداء اللغوي الفعلي performance على حد تعبير تشومســـكي، أو اللغة الواقعية المستخدمة La parole على حد تعبير دي-سوسير.

وقد أظهرت البحـــوث البيولوجيـــة مؤخـــرا أن منظومـــة المعلومـــات البيولوجية يمكن النظر إليها ــ هي الأخرى ــ علـــى أســـاس كونـــها منظومة ذات مستويين: المستوى الافتراضي وتمثله المعلومات المختزنة داخل الجينوم، أي المعلومات الوراثية كما يجب أن تكون عليه بغـــض النظر عن عوامل البيئة والحالة الصحية، وما شـــابه، أمـــا المســـتوى الواقعي فقد اكتشفت أخيرا طبقة أخرى من المعلومات البيولوجيـــة أطلقـــوا عليها المعلومات اللاجنبية حيث تقع في النواة خارج الجينوم الذي تحمله مجموعة الكرموسومات، وقد أثبتت البحوث أن طبقة المعلومـــات هـــذه تلعب دورا في السلوك البيولوجي الفعلي وفي إضفاء سمات خاصة تميز بين الأفراد برغم توحدهم الجينومي، أي بقول آخر هي اللغـــة البيولوجيـــة الواقعية التي تتعامل مباشرة مع البيئة والحالة الصحية وما شابه.

٢:٩:٦ الخاصية الإبداعيـــة (التوليدية):

تتسم ثلاثية عناصر المثلث الذهبي بما يمكن أن نسميه الخاصيـــة الإبداعيـــة التوليدية، فاللغة ــ كما قيل ــ هي الاستخدام اللامحدود لموارد محدودة، أمـــا البيولوجيا فهي التوليدية في أرقى صورها متمثلة في قدرتها المذهلـــة علـــى توليد هذا الكم الهائل من الكائنات الحية والوظائف البيولوجية، أما المعلوماتية فتتسم هي الأخرى بقدرة توليدية هائلة بفضل البرمجيات التي أصبحت قـــادرة حاليا على توليد النصوص والأصوات والأشكال، وعما قريب تأليف المقالات

والروايات والموسيقى وابتكار الأشكال التجريدية وتوليد المنحوتات المجسمة من خلال تكنولوجيا الطباعة الثلاثية الأبعاد.

وأخيرا، فإن ثلاثية علوم المثلث الذهبي بتكافؤها وتفاعلها وتكاملها وتماثلها الرمزي ستنصهر في كيان معرفي فريد تنبثق منه طفرة إبيستيمولوجية باهرة ترقى بالمعرفة الإنسانية من مستواها الحالي إلى المستوى الميتامعرفي، الذي تحيل ــ كما يوضح الشكل ــ موضع القلب في هذا الكيان الفريد.

الفصل الثالث

توجهات علم عصر المعلومات

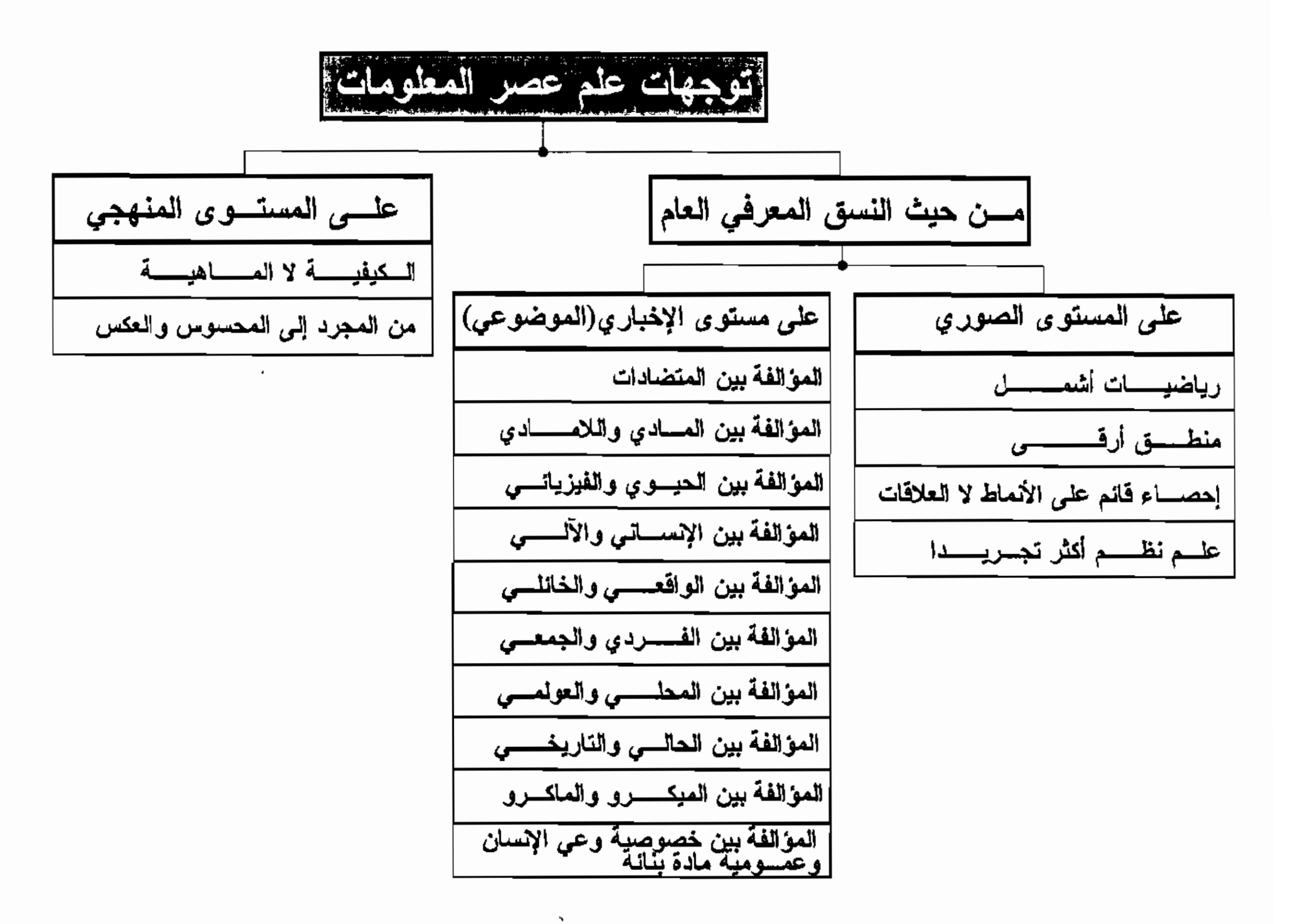
٣:١ عن تصنيف التوجهات

في الفصل السابق، حاولنا أن نرسم صـــورة عامـــة لملامـــح علـــم عصـــر المعلومات، وفي هذا الفصل سنطرح رؤيتنا عن توجهاته الرئيسية بصــــورة أكثر تحديدا وتفصيلا.

يلخص شكل (٣ : ١) هذه التوجهات وقد أدرجت تحت العنـــاوين الرئيســـية الثلاثة التي التزمنا بها على مدى الدراسة:

- توجهات على المستوى الإخباري (الموضوعي)
- توجهات على المستوى الصوري
- توجهات على المستوى المنهجي

وتجدر الإشارة هنا إلى ما سبق أن أشرنا إليه في مواضع مختلفة مـــن هـــذه الدراسة من تميـــع الفواصل بفعل النقلة المعلوماتية بين الإخباري والصوري من جانب، والإخباري والمنهجي من جانب آخر، وهو ما يبدو كنتيجة منطقية لارتقاء العلم نحو مزيد من التجريد، التجريد الذي هو ــ بلا ريب ــ أمضـــى أسلحة التجنيس الإبستيمولوجي.



شكل (٣ : ١): توجهات علم عصر المعلومات : إخباريا وصوريا ومنهجيا

٣:٢ توجهات علم عصر المعلومات: على المستوى الإخباري

٣:٢:١ المؤالفة بين المتضادات

بصورة عامة، يمكن القول إن توجهات علم عصر المعلومات على المستوى الإخباري (الموضوعي) تتمحور حول مبدأ رئيسي، هو ما يمكن أن نطلق عليه مبدأ "المؤالفة بين المتضادات"، فقد أظهرت تكنولوجيا المعلومات قدرة فائقة على لم الشمل المعرفي من خلال كسرها لكثير من الثنائيات التي يرجع كثير منها إلى الإرث الديكارتي القديم وهي:

- المؤالفة بين المادي واللامادي
- المؤالفة بين الحيوي والفيزيائي
- المؤالفة بين الإنساني والآلي

- المؤالفة بين الواقعي والخائلي
- المؤالفة بين الفردي والجمعي
- المؤالفة بين المحلي والعولمي
- المؤالفة بين الحالي والتاريخي
- المؤالفة بين الميكرو والماكرو
- المؤالفة بين خصوصية وعي الإنسان وعمومية مادة بنائه

لقد انحاز علم ما قبل عصر المعلومات في مجمله إلى طرف واحد من هذه الثنائيات متجاهلا الآخر، إما عجزا عن المؤالفة وإما إسرافا في أحادية التوجه، ويمكن النظر إلى مسار تطور العلم ـ في كثير من جوانبه ـ كمتغير تابع لتأرجحه ما بين الطرفين المتضادين لهذه الثنائيات.

تعزى قدرة تكنولوجيا المعلومات على هذه المؤالفة إلى ثنائية "الصفر والواحد"، تلك الثنائية الكامنة في كل ما هو ميكروي، سواء في الميكرو الفيزيائي متمثلة في ثنائية الفعل ورد الفعل، وثنائية الشحنة السالبة والشحنة الموجبة، وثنائية المادة والمادة المضادة، أو في الميكرو البيولوجي متمثلة في أبجدية الكود الوراثي الرباعية والتي هي ـ في أساسها ـ زوج من ثنائيات الحروف البيولوجية، وكما تكمن ثنائية الصفر والواحد في ميكرو العناصر المادية تكمن كذلك في ميكرو العناصر اللامادية المجردة، في ميكرو الرياضيات متمثلة في ثنائية القيم السالبة والموجبة، وثنائية طرفي المعادلات والمتكافئات، وكذلك في ميكرو المنطق متمثلة في ثنائية المقدمات والنتائج، وثنائية الصواب والخطأ أساس الحكم في المنطق الأرسطي، يقول آخر إن ثنائية الصفر والواحد هي " أبجدية الأبجديات" أو "أبجدية الأساس" التي يصاغ منها كل ما نعرفه من كائنات: محسوسة كانت أو مجردة.

٣:٢:٢ المؤالفة بين المادى واللامادى

ما نقصده بالمادي هنا هو كل ما هو محسوس، سواءا كان عضويا أم غير عضوي، أما اللامادي فيشمل كل ما هو مجرد غير محسوس من أفكار ومفاهيم ونظريات وعلاقات، وهلم جرا. من هذا المنظور، تمثل آلة الكمبيوتر نقلة نوعية مثيرة وحاسمة في مجال الابتكار التكنولوجي، يمكن لنا إدراكها

من خلال تعريفنا لمفهوم "الآلة" والتي هي ــ ببساطة ــ وسيلة مادية لتجسيد فكرة معينة من أجل تنفيذ وظيفة معينة. ومن خلال التصميم، يتم تحويل هذه الفكرة إلى آليات من التروس والروافع والدوافع والدوائر الكهربية والإلكترونية وما شابه. وهكذا، تتجسد الفكرة بصورة نهائية لا تقبل التغيير، ولا تنفصم عن الشق المادي المنفذ لها، ولا سبيل أمام مستخدم الآلة، الموسومة بفكر مصممها، إلا أن يلتزم بما قرره هذا المصمم بشأن أطوار أدائها وأسلوب استخدامها.

ويأتي الكمبيوتر ــ ولأول مرة ــ ليعلن "فك الاشتباك" بين فكرة تصميم الآلة وبين العناصر المادية التي تجسد هذه الفكرة، وذلك من خلال ثنائية الشق المادي المتمثل في العتاد، والشق اللامادي المتمثل في البرمجيات؛ أي الفكر الذي يهب الحياة لهذه الآلة الصماء. وعليه، فالكمبيوتر هو "آلة إنجاز خام" يتم توجيهها من خلال البرامج لتنفيذ وظائف محددة.

وإن كان الكمبيوتر قد فصل ــ كما أوضحنا ــ بين العتاد والبرمجيات، إلا أنه ــ في الوقت ذاته ــ قد استحدث وسائل عملية للتحويل بين المادي واللامادي والدمج بينهما، حيث تقوم البرمجيات حاليا بكثير من الوظائف التي كانت تنفذ فيما مضى من خلال عناصر مادية من تروس وروافع ودوافع ومقاومات وملفات ومكثفات وخلافه. على الجانب الآخر، يمكن تحويل البرمجيات نفسها إلى مقابل مادي، وذلك من خلال ما يعرف بأسلوب "معدنة البرمجيات metalization" حيث يتم صهر البرامج ــ أو حرقها وفقا للمصطلح الفني ــ في صلب بلورات شرائح السيكلون الإلكترونية لتتحول بذلك تعليمات البرمجة، ذات الطابع الرمزي، إلى مقابل مادي من الدوائر الإلكترونية الدقيقة.

كان لتحطيم ثنائية المادي واللامادي صداه في العديد من المجالات نذكر منه على سبيل المثال:

- **المجال السياسي:** الجمع بين القوى الصلدة المتمثلة في القوى العسكرية، والقوى اللينة المتمثلة في مؤسسات الإعلام وأجهزة الاستخبارات وتشريعات وقرارات المنظمات الدولية.

- **المجال الاقتصادي:** الجمع بين رأس المال المادي ورأس المال الذهني، والجمع بين ثنائية القيم المادية (قيمة التبادل وقيمة المنفعة) والقيم اللامادية (قيمة المعلومات والقيمة الرمزية).
- **المجال الهندسي:** الجمع بين الهندسة الصلدة (كهندسة الميكانيكا وهندسة الإنشاءات وهندسة التعدين) والهندسة اللينة (كهندسة المعرفة والهندسة الاجتماعية وهندسة الخيال) .

ولا شك أن هذه مجرد بدايات متواضعة للجمع بين المادي واللامادي تنتظر التأصيل العلمي، وسيكون للبيولوجيا دورها الحاسم في هذا الصدد، وذلك بصفتها همزة الوصل ــ من خلال لغة الجينات ــ بين اللامادي الرمزي وبين المادي العضوي (الحيوي)، وهو الوصل الذي يمتد ليشمل المادي غير العضوي (الفيزيائي) من خلال العلاقة الفيزيوكيميائية التي تربط بين الحيوي والفيزيائي.

٣:٢:٣ المؤالفة بين الحيوى والفيزيائى

يقصد بالحيوي هنا العضوي ذو القدرة على الحركة الذاتية أو التغير الذاتي، الذي يشمل كل الكائنات الحية، وكل مكوناتها من أعضاء وخلايا ونظم فسيولوجية، أما الفيزيائي، أو غير العضوي، فيشمل كل الموجودات المادية غير الحية، التي لا تقدر على الحركة أو التغير إلا بفعل مؤثر يأتيها من خارجها.

وقد شرعت تكنولوجيا المعلومات في المؤالفة بين الحيوي والفيزيائي في نطاقها أولا، وذلك بدمجها بين العناصر الحيوة والفيزيائية في تكنولوجيا "البيوسيلكون" (انظر الفقرة ١: ٣: ٣)، هذا من جانب، ومن جانب آخر فإن تكنولوجيا المعلومات في طريقها من خلال المعلوماتية الجزيئية molecular informatics وليدة النانوتكنولوجي إلى تحقيق مستويات من التصغير المتناهي تفوق الخيال، وهو ما سيمكن من صنع كائنات اصطناعية بالغة الصغر ذات قدرة هائلة على حفظ المعلومات ومعالجتها بما يمكن أن نطلق عليه "النانو ــ روبوت" أو "الفيروس الاصطناعي الحميد" الذي يمكن أن نبعث به داخل

الجسد ليحط على خلايا بعينها يحاورها بلغة الجينات، اللغة المشتركة التي تتحدث بها خلايا جميع الكائنات الحية.

إن تحطيم ثنائية الحيوي والفيزيائي تتجلى في أقصى صورها في المواجهة الحاسمة بين الإنساني والآلي.

٣:٢:٤ المؤالفة بين الإنساني والآلي

على العكس مما ينذر به البعض من أن يؤدي التطور في تكنولوجيا المعلومات إلى نشوب صراع بين الإنسان وآلته التي هي من صنع يده، يرى آخرون أنها ستؤدي إلى التكامل بين الإنساني والآلي، وذلك لسبب بسيط مؤداه أن ما يقدر عليه الإنسان عادة ما تعجز عنه الآلة والعكس صحيح أيضا، فعلى سبيل المثال وبينما يتسم مخ الإنسان ـ الجشتالتي بطبيعته ـ بقدرة فائقة على الإلمام بالصورة الشاملة وتمييز الأنماط من أجسام وأشكال وأصوات وهي القدرة التي لا يمكن للآلة أن تدانيها، تتسم الآلة ـ في المقابل ـ بقدرة هائلة على القيام بالعمليات الحسابية وتخزين المعلومات واسترجاعها، والمؤالفة بين الإنساني والآلي ستتدرج من أدنى مستوياتها في توفير سبل الحوار بين الإنسان والآلة، تبدو فيه الآلة أقرب ما تكون إلى النديم البشري، إلى مستوى الاندماج المادي عندما يصبح في الإمكان تعزيز الإنسان بعناصر إلكترونية، وسينشغل العلم حتما بدراسة الأبعاد النفسية والاجتماعية والاقتصادية لهذا المزيج الإنساني-الآلي، أو "الإنسالي" إن جاز لنا سك المصطلح.

٣:٢:٥ المؤالفة بين الواقعي والخائلي

يمثل الواقع الخائلي ذروة ما وصلت إليه تكنولوجيا المحاكاة الرقمية digital simulation، والتفاعل بين الإنسان والآلة، إنه ـ أي الواقع الخائلي ـ ثمرة ما يمكن أن نطلق عليه "هندسة الخيال imagineering" التي تجمع في كل واحد متسق بين العلم والفن والتكنولوجيا، من أجل إقامة عوالم وهمية من صنع الرموز. لتوضيح مدى انتشار مفهوم الخائلية virtually نورد أدناه عينة من قائمة الكائنات الخائلية التي يضاف إليها كل يوم كائن خائلي جديد:

- جماعات خائلية
- جراحة خائلية
- مدن خائلية
- فصول خائلية

- معامل خائلية
- سياحة خائلية
- مكتبة خائلية
- جنس خائلي ..!

إن سقوط الحاجز بين الواقعي والخيالي سيؤدي إلى إعادة النظر في ثنائيات عاشت آمادا طويلة من قبيل: ثنائية الحرفي والمجازي، والوعي واللاوعي (الحرفي والوعي يناظران الواقعي في حين يمثل المجاز واللاوعي الشق الخيالي)، ولن يتوقف الأمر عند هذه الثنائيات "المستأنسة" بل سيتوسع ليشمل الثنائيات المارقة من قبيل: العقلاني واللاعقلاني، والفكر واللافكر، والمعنى واللامعنى والمصرح به والمسكوت عنه، بكل ما ينطوي عليه ذلك من انعكاسات في جميع أرجاء منظومة المعرفة الإنسانية.

٣:٢:٦ المؤالفة بين الفردى والجمعي

يقصد بالجمعي هنا كل ما هو مجتمعي وجماهيري وجملي (كما في إنتاج الجملة) وكل ما يتعامل مع كتل من العناصر المتعددة، أما الفردي فهو الشخصي الذاتي وكل ما يتعامل مع العناصر المنفردة.

لقد تعامل علم الماضي مع الفردي والجماعي كل على حدة، وحقق على المستوى الفردي نجاحا يفوق ما حققه على المستوى الجمعي، ومن المتوقع لعلم عصر المعلومات بما توفر له المعلوماتية من وسائل أن يؤالف بين الفردي والجمعي ونكتفي هنا ببعض الأمثلة في عدة مجالات معرفية:

- **علم النفس**: المؤالفة بين الذكاء الفردي والذكاء الجمعي
- **التربية**: المؤالفة بين التعليم الجمعي، تعليم إنتاج الجملة، والتعلم الذاتي ذي الطابع الفردي
- **الإعلام**: الجمع بين الإعلام الجمعي (الجماهيري)، والإعلام الفردي، وتمثل الإنترنت نموذجا لهذا النوع من الإعلام المزدوج حيث يمكن أن تبث الرسالة المعلوماتية على اتساع شبكة الإنترنت بأكملها، أو يتم تصويبها لفرد معين أو جماعة صغيرة بعينها.

٣:٢:٧ المؤالفة بين المحلي والعولمي

تبرز أهمية المؤالفة بين المحلي والعولمي في ميادين عديدة: سياسية واقتصادية وثقافية وأخيرا معلوماتية، فقد عانى العالم أجمع من انفراد العولمة

بالساحة الكونية: سياسة عولمية تضغط بثقلها على الجميع واقتصاد عولمي يعمل لصالح الكبار ويغري الصغار بوهم اللحاق، وعولمة ثقافية تكاد تقضي على التنوع الثقافي، وأخيرا وليس آخرا، عولمة معلوماتية وإعلامية تزيد الفجوة الرقمية اتساعا يوما بعد يوم.

ولا سبيل إلى تقليم أظافر العولمة إلا من خلال تضامن المحلي، وإن كان الشعار الذي شاع في الماضي هو: فكر عولميا وافعل محليا، فإن المطلوب بالفعل أن نفكر ونفعل عولميا ومحليا أو "عولمحليا glocally"، ولا بد لعلم عصر المعلومات أن يعين الفكر الإنساني في كيفية المؤالفة بين العولمي والمحلي، وما هي حدود المواجهة بينهما، وكيف يتقاسمان العمل، ويتحملان المسؤولية في تسيير أمور كوكبنا، إننا بلا شك في حاجة إلى نظريات جديدة في السياسة والاقتصاد والاجتماع والإعلام والتربية والثقافة، مما يؤكد الأهمية الكبرى لعلوم الإنسانيات بفعل النقلة المعلوماتية.

٣:٢:٨ المؤالفة بين الحالي والتاريخي

لن نبالغ بقولنا إن علم ما قبل النقلة المعلوماتية قد أهمل التاريخ أو تجنبه، ففصل بين الحالي والتاريخي، فانفصل التاريخ عن الجغرافيا، والتي انفصلت بدورها عن الجيولوجيا، وفصلت البيولوجيا الحديثة بين البيولوجيا الجزيئية المنشغل بالراهن كما أسس له واطسون وكريك، والتطور البيولوجي ذي الطابع التاريخي كما أسس له داروين ومندل (٣: ٢١٧)، وفصل علم اللغة، على يد مؤسسه دي-سوسير، بين التزامني، أو السينكرونيك synchronic الذي يدرس واقع اللغة الراهن، وبين اللاتزامني أو الدياكروتيك diachronic الذي يدرس تطورها، أما الفلسفة لدى ميشيل فوكو فهي نشاط تشخيص الحاضر، والحاضر هو الجدير بالاهتمام الفلسفي، بل سار على ذات المنوال علم العلم أيضا حينما فصل بين فلسفة العلم وتاريخه، وعسى التآلف الذي تم بينهما في العقود الماضية أن يكون فاتحة خير لنمو النزعة التاريخية في فروع العلم المختلفة بعد أن كادت تضمر تماما، ولم يعد العالم يفتقد الأداة العملية لتحقيق ذلك بعد أن وفرت تكنولوجيا المعلومات وسائل عديدة للأرشفة الإلكترونية وإعادة بناء التاريخ خائليا. إن المؤالفة بين الحالي والتاريخي

بإضافتها لعنصر الزمن ستجعل العلم أكثر دينامية وحيوية، وأكثر قدرة علـى التنقيب في إرث ماضيه بحثا عن مناهل جديدة يواجه بها مشكلات حـاضره وتحديات مستقبله، وما أكثرها.

٣:٢:٩ المؤالفة بين الميكرو والماكرو

ذكرنا في الفقرة (٢: ٣: ٣) أن البارادايم المعلوماتي يجمع بين السيطرة مـن أعلى والبناء من أسفل، وذلك تلبية لمطالب إشكاليات عديدة تحتاج إلى هـذا المسار الانعكاسي المزدوج، من أجل الجمع بين الهبوط من المـاكرو إلـى مستوى الميكرو والصعود من الميكرو إلى مستوى الماكرو.

لقد حار العقل الإنساني منذ القدم بين انشغاله بالأسئلة الكبرى ووقوعه في فخ تفاصيل الميكرو المثيرة، وكان التركيز في القرن العشرين على تفتيت النظـم إلى المكونات وبعدها محاولة تحليل هذه المكونات بأكبر قدر من التفصيـل، فانشغل علم الفيزياء بالذرة، والبيولوجي بجزيء الدنا، وعلم اللغة بعناصرهـا الأولية من قبيل: الفونيم والمورفيم والسينتيم، وحتى على المسـتوى الثقـافي كان حديث الميكرومثقف الذي عليه أن يتخلى عن القضايا الكبرى ليركز على الميكروسياسي والميكرواجتماعي.

ولا أحد ينكر فضل هذا التوجه الميكروي على تقدم العلم، إلا إننا لا يمكن أن نغفل كيف تاهت الصورة الكبرى ليظل السؤال معلقا: كيف يتم التـآلف بيـن الميكرو والماكرو؟ كيف يقوم العضو الحيوي بوظائفه باحتشاد خلاياه؟ وكيف تبني الحشرات الاجتماعية ممالكها من تضامن قوافلها؟ وكيف يبنـي النـص روايته الكبرى من تضافر ألفاظه؟وكيف يمكن للعنصر الذري أن يؤثـر فـي سلوك الكلـي؟ بعـد أن ثبـت ـ بالفعل ـ أن فيزياء الذرة يمكن أن تسـهم في توليد الأعاصير.

وربما يبرر ذلك؛ الأهمية الإبستيمولوجية لمسعى ستيفن هوكنج للتوحيد بيـن الماكرو الفيزيائي المتمثل في الفضاء الزمكاني الشاسع والذي تكفلت به نسبية أينشتين، والميكرو الفيزيائي الذي تكفلت به فيزياء الكوانتم، فما أعظم شـأن مسعاه، فلو كلل بالنجاح لسقطت واحدة من أخطر الثنائيات التي حـيرت العقـل الإنساني على مدى الدهر: ثنائية الماكرو والميكرو، وبسقوطها ينفتـح الطريـق

لحل كثير من المعضلات التي ورثها علم عصر المعلومات، ودعنا نستمع هنا إلى ما قاله نيلز بوهر، العالم الدنماركي الفذ مؤسس نظرية بناء الذرة: "إن الأرصاد الفلكية والنظريات الكونية لها أهميتها، إلا أن الفهم الحقيقي لأصل الكون وبنيته يكون مستحيلا إن لم نفهم أولا كيف تعمل قوانين ميكانيكا الكم مفعولها في الجسيمات الأساسية، ولا أمل لتقدم حقيقي في علم الكون إلا بعد أن نتمكن من أن نضم معا علم الكون وفيزياء الجسيمات في ذات السياق" (١٢: ٩٥)، وهل لنا بعد ذلك أن نضيف أن المسافة الفاصلة بين التلسكوب والميكروسكوب آخذة في الانكماش، فعندما نعجز عن رؤية الصغير نلوذ بالكبير، وعندما يستعصي علينا فهم الكبير نلوذ بالصغير.

لقد كان التنقل بين الصورة الكبرى والصورة الصغرى وراء كثير من الإنجازات التي حققها العلم مؤخرا بعد أن أيقن أن الميكرو ليس خاضعا يعمل تحت إمرة الماكرو، وليس سلوك الماكرو ناتجا ميكانيكيا لحاصل الجمع الميكروي، وهكذا فإن أحد تحديات علم عصر المعلومات هو في محاولة الإجابة على السؤال الذي رددناه كثيرا دون إجابة مقنعة وهو: كيف يكون الكل أكبر من مجموع عناصره؟ فلم يعد كافيا هذا الحصاد الضئيل الذي خلفه لنا علم النفس الجشتالتي.

٣:٢:١٠ المؤالفة بين خصوصية وعي الإنسان وعمومية مادة بنائه

ينكر فلاسفة العقل الطبيعيون أو الاختزاليون، كما يطلق عليهم أحيانا، أن يكون الإنسان كائنا مميزا، في الوقت نفسه يعيب البعض على علم النفس إغفاله لموضوعه الرئيسي ألا وهو الوعي، ويرون أنه لا سبيل لفهم عمل المخ البشري معزولا عن وعي صاحبه (مرجع).

وكما أوضحنا في الفقرة (١: ٣: ٣) تعمل تكنولوجيا المعلومات كهمزة وصل بين العصبي والمعرفي، وذلك بفضل قدرتها على الفصل والدمج بين المادي واللامادي، لذا فمن المتوقع أن يقيم علم عصر المعلومات مؤالفة بين خصوصية وعي الإنسان وعمومية مادة بنائه البيولوجية، مؤالفة تطهر الفكر من رواسب غائرة ومترسخة من نزعة خلفها التمركز الإنساني

anthrocenterism، في ذات الوقت الذي نتناول فيه إشكالية الوعـــي بصـــورة أكثر جدية، وستتحقق هذه المؤالفة عبر عدة سبل من أهمها:

- كسر تكنولوجيا المعلومات احتكار الإنسان لخاصية الذكاء حيـــث بـــاتت تشاركه فيه ـ كما تكرر ذكـــره فيمـــا مضـــى مـــن حديـــث ـ الآلات والروبوتات والنظم، وذكاء هذه الكائنات غـــير البشـــرية ليـــس صـــورة مصغرة، أو ممسوخة، من ذكاء الإنسان حيث لها طرقها في التعلم ذاتيـــا مباشرة من خلال البيئة واستخلاص المعرفة من مصادر البيانات الخـــام، وكذلك من خلال تفاعلها مع الكائنات الذكية الأخرى بما فيها الإنسان.
- ستوفر تكنولوجيا المعلومات الوسائل العملية لإجراء الدراسات المقارنـــة لجينومات الكائنات الحية ليثبت للإنسان أن الجينوم البشري ما هو إلا حالة واحدة في طيف الجينومات، وأن هناك وحدة مادية تربط بينه وبين سلسلة الكائنات الحية وأن عدد جينات حبة الأرز أكبر من عدد جينات الجينـــوم البشرى وأنه يرتبط من خلالها ـ كما قيل ـ بصلات قرابة بعيـــدة مـــع أشجار الزيتون وفصائل الأميبا.
- لا يمكن الحديث عن الوعي إلا إذا استطعنا تفسير لماذا يختلف كل فـــرد اختلافا بالغا عن الآخر؟ (مرجع)، وذلك من خلال رد الاعتبـــار لمفـــهوم الذاتية، والذي كاد أن يصبح نوعا من المحظورات السيكولوجية. وفي هذا الصدد ستوفر تكنولوجيا المعلومات الأساس العلمي لتناول ظاهرة الوعي، من خلال قدرتها على التعامل على مستوى وحدة الفرد، وجدير بالذكر هنا أن كثيرا من أمور عصر المعلومات باتت تتمحور حول الفرد، فـــالتعليم يتمحور حول المتعلم، والإعلام حول المتلقـــي وفـــهم النصـــوص حـــول القارئ.

٣:٣ توجهات علم عصر المعلومات: على المستوى الصوري

١:٣:٣ نحو صورية أشمل

يمكن القول بصفة عامة إن الشق الصوري إبستيمولوجيا ما قبل النقلة المعلوماتية قد اقتصر على المنطق والرياضيات، ونادرا ما يتناول الإحصاء، وتشير دلائل عدة أن علم عصر المعلومات سيحتاج إلى دعم صوري أعلى رتبة وقدرة، وتحديدا:

- رياضيات أشمل
- منطق أرقي
- إحصاء قائم على الأنماط لا العلاقات

سنضيف إلى هذه الثلاثية فرعا صوريا جديدا وهو النظرية الموحدة للنظم.
إن علم عصر المعلومات سيحرر الصوري من قمقمه ويجعل علاقته مع الإخباري أكثر حيوية وتفاعلية، وسنتناول فيما يلي كلا من هذه الفروع الصورية بإيجاز.

٢:٣:٣ رياضيات أشمل

لقد صبغت الفيزياء الرياضيات ـــ التي وهبت نفسها لخدمتها ـــ بطابعها وذلك من حيث تعامل الفيزياء، مع عدد محدود من العناصر انظر الفقرة ٢: ٣: ٣ وهكذا انساقت الرياضيات صوب التعامل مع الفردي ومحدود العناصر، وأقصى ما وصلت إليه على صعيد التعدد هو رياضيات الفئات sets وأغفلت بالتالي التكتل والاحتشاد، مثلها في ذلك مثل المنطق كما سنوضح في الفقرة التالية.
ركزت الرياضيات كما يقول ويليام وولفرام على أنواع محدودة من أنساق التجريد وأنماط العلاقات وغالبا ما استندت إلى الحساب والجبر والهندسة (مرجع) (A 5/2) هذا من حيث نطاقها، أما من حيث منطلقاتها الأساسية فقد قامت ـــ أصلا ـــ على التطابق لا الاختلاف، بالإضافة إلى ما أوردناه في الفقرة ٣:٣:٣ من تزايد الطلب على الابتكار الرياضي بفعل المتغير

المعلوماتي، يمكن القول بصفة عامة إن علم عصر المعلومات سيوسع نطـاق علم الرياضيات في مسارين أساسيين:

- المسار الخوارزمي
- مسار رياضيات الأشكال

(أ) **المسار الخوارزمي:** الذي يقوم على أسلوب حل المشكلات عبر سلسلة من الخطوات المتتالية على أساس أن تبدأ كل خطوة من حيث انتهت سابقتها، وبصورة تسمح بكسر التسلسل الخطي سواء بارتداد أية خطوة إلى خطوة سابقة أو بانتقال أية خطوة ــ قفزا ــ إلى خطوة لاحقة، وهو ما يزيد من قوتها الحاسوبية وقدرتها على التكيف مع الحالات المتنوعة التي يمكن أن تكون عليها المشكلة رهن الحل، ولمزيد من التفاصيل عن مفهوم الخوارزمية نحيل القارئ إلى الفقرة ١: ٣: ٢ البند (ب).

(ب) **مسار رياضيات الأشكال:** تعامت الرياضيات حتى وقت قريب مع الأشكال الهندسية المنتظمة من الدوائر ومتعددات الأضلاع كالمثلثات والمستطيلات ومتوازي الأضلاع، وثلاثيات الأبعاد من الكرات والمكعبات والمخروطات والمنشورات، والمنحنيات المستمرة الناعمة من أشكال الموجات وما تولده دوال المعادلات وحساب المثلثات، ولكن الأشكال في الطبيعة لا تأتي بهذا الانتظام وتلك السلاسة؛ فأين هذا من تعرج سطح البحر، وعشوائية أشكال الأمواج والسحب والصخور والجبال، وتنوع الأشكال اللامحدود الذي تتبدى فيه الجسيمات البيولوجية من خلال التكبير المجهري، وعلى هذا الأساس يمكننا القول بأن الهندسة التقليدية تعاملت مع أشكال من صنع الإنسان لا من صنع الطبيعة، وشتان الفرق، ولا بد لكي تخضع الأشكال الطبيعية للتناول الرياضي أن نعرف كيف تتولد الأشكال أصلا؟ كيف يتولد ــ على سبيل المثال ــ هذا الشكل البديع لأوراق الزهرة المتراكمة المتداخلة في نسق تشكيلي مركب ما أن ننزع بعض أوراقه حتى تكتشف تكرارا حلقيا مثيرا، زهرة بداخل زهرة وهكذا، لقد سعى آلان تورنج الذي وضح أساس تصميم الكمبيوتر الذي عرف بـ "بآلة تورنج" أن يؤسس لرياضيات الأشكال في مقالة

وحيدة شهيرة تحت عنوان : نشأة الشكل morphogenesis، ليوضح لنا كيف يمكن توليد الأشكال المعقدة من بدايات شكلية بسيطة، ويمكن حاليا من خلال الهندسة الفراكتية fractal geometry توليد أشكال أقرب ما تكون للأشكال الطبيعية، وذلك باستخدام معادلات رياضية بسيطة.

لقد زرع الخالق بذرة الرموز والأشكال في قلب خلايانا، فكودنا الوراثي قوامه أبجدية من أربعة رموز يتم من خلالها صياغة التعليمات التي يتم على أساسها تصنيع البروتين، وهنا يبرز شق الشكل حيث تتحدد نوعية البروتين ووظيفته وسلوكه بالشكل الذي تتخذه السلسلة البروتينية الملتوية المكونة من الأحماض الأمينية. بناء على هذا الطرح يمكن اعتبار النقلة من مشروع الجينوم إلى مشروع البروتينوم بالمفهوم الصوري هي بمثابة نقلة من رياضيات الرموز إلى رياضيات الأشكال، من بساطة التسلسل الخطي، إلى التعقد الشكلي الثلاثي الأبعاد ذي الالتواءات والالتفافات الحلقية المركبة، ومرحبا بالصوري في دنيا التعقد، فكفاه استرخاء في عالم الانتظام والبساطة والخطية فقد حان له أن يرى المعقد في صورته الصورية الأصلية.

٣:٣:٣ منطق أرقى

يحتاج علم عصر المعلومات إلى استحداث طرائق عديدة للاستدلال وإقامة البرهان، لقد ارتقى المنطق عما تركه عليه أرسطو إلى رتب أعلى لتضييق الهوة الفاصلة بين صوريته وطبيعة الإشكاليات التي يسهم في معالجتها، وذلك من خلال مراعاة أنماط العلاقات المختلفة التي يمكن أن تربط بين عناصر المقدمات التي اقتصرت ــ كما هو معروف في منطق الرتبة الأولى لأرسطو ــ على علاقة واحدة هي علاقة التطابق (من قبيل "سقراط إنسان" وفقا للمثال الشهير) وقد ظهرت الحاجة لذلك عند استخدام التحليل المنطقي في مجال اللغة مما تتطلب إقامة نوع من الوفاق بين المنطق الصوري منقطع الصلة بالعالم الخارجي، واللغة وثيقة الصلة بهذا العالم، والتي تنطوي ظواهرها على كم هائل من أنماط العلاقات تشمل على سبيل المثال لا الحصر:

- العلاقات الزمنية التي تربط بين حدث وآخر من ماض ومستقبل وشروع وانتهاء، وأحداث ثابتة وأخرى عارضة، فكان المنطق الزمني tense logic

ليتجاوز في ذلك الصيغة الزمنية الوحيدة التي يفترضها المنطق الأرسطي، ألا وهي صيغة الفعل المضارع (Socrat is a man).

- علاقات عدم القطع التي تزخر بها اللغة والتي تعبر من خلالها عن المحتمل والمتوقع، والواجب والجائز، والممكن والمفترض وهلم جرا، فكان المنطق الطوري modal logic ليخلص منطق أرسطو من قطعيته الصارمة التي لا تعرف سوى اليقين واللزوم.
- العلاقات الناجمة عن اختلاف القصد عندما نهجو ونحن في مقام المديح، ونسخر ونحن في مقام الجد، وعندما نستخدم الصفات ذاتها لنعبر بها عن مقاصد مختلفة باختلاف دلالاتها وفقا لما تقترن به من موصوفات، كاختلاف القصد في دلالة صفة "الصغر" ــ على سبيل المثال ــ ما بين "فأر صغير"، و"فيل صغير"، فكان المنطق القصدي intentional logic متجاوزا منطق أرسطو الذي لا يتعامل مع النوايا.

إن كان هذا ما أحدثته إشكالية اللغة في دنيا المنطق فما بال البيولوجي بقضه وقضيضه، وما يسير على خطاه مما يشملهم البارادايم البيولوجي انظر الفقرة ٢: ٥: ٦، فكيف للمنطق أن يتعامل مع هذا الحشد الهائل من العناصر الميكروية وشبكة العلاقات الكثيفة بتنوعات أنماطها العديدة التي تربط بين عناصرها. إن البارادايم البيولوجي في حاجة إلى منطق جديد، منطق الحشد swarm logic الذي يمكن بواسطته التعبير عن سلوك الماكرو الكلي في صورة طفرات تكون في مقام "النتيجة" لكم هائل من "مقدمات" منطق الحشد المتمثلة في سلوك العناصر الميكروية، وإن كان المنطق كما عهدناه فيما مضى هو منطق الفردي، فمنطق البارادايم البيولوجي ذو الطابع الجشتالتي، هو منطق التكتل الجمعي mass logic، الذي لا يقوم على ثنائية المقدمات والنتائج أو على تنوع العلاقات بين عناصر هذه المقدمات وتلك النتائج، بل يعتمد على حشد أفعال عدد هائل من العناصر أو الوكلاء agents كما تسمى أحيانا، ينبثق عن هذا الاحتشاد نتائجه على شكل طفرات تمثل حصاد الأداء الكلي نتيجة لاحتشاد العناصر الميكروية.

خلاصة، إن علم عصر المعلومات يحتاج إلى منطق جديد يستطيع التعامل مع رباعية كانط: الكم ـ الكيف ـ العلاقة ـ الطور، الكم في فرديته وتكتله، وتوزعه واحتشاده، وعموميته وخصوصيته، والكيف في ثبوته ونفيه، وحدوديته ولانهائيته، والعلاقة من حيث كونها قائمة أو مفترضة، مستمرة متسقة أو متقطعة متناقضة، وأخيرا الطور من حيث الإمكان والاحتمال، والضرورة واللاضرورة.

٣:٣:٤ إحصاء الأنماط لا العلاقات

يمكن القول أن الإحصاء كان في بدايته إحصاء "تواتريا" حيث ركز على معدلات تكرار ظهور الأحداث وتواجد الأشياء، ليصبح بعد ذلك "علاقيا" حيث انشغل بعلاقات الارتباط correlations بين احتمال تزامن وقوع حدث وآخر، أو احتمال تواجد شيء إن وجد أو غاب آخر، ومن أشهر تطبيقاته الإحصاء اللغوي القائم على حساب احتمالية ورود لفظ، أو معنى معين، مع ألفاظ أو معان أخرى سابقة عليه أو لاحقة به في السياق اللغوي، وقد لعبت النماذج الإحصائية العلاقية دورا كبيرا في معالجة اللغة آليا بواسطة الكمبيوتر ومن أبرزها النظم الآلية للفهرسة والاستخلاص والتلخيص والإعراب والترجمة وقراءة النصوص وتمييز الكلام المنطوق.

ولكن العشوائية وشواشية الانتظام الذاتي تحتاج إلى إحصاء مختلف قائم على الأنماط لا مجرد العلاقات، يستطع أن يبرز على أساس إحصائي النمط المغلف بالشواش والضوضاء، كإبراز هيكلية النصوص من شواشية ألفاظها ومعانيها، وإبراز نمط استخدام فرد ما للإنترنت من شواشية النقرات clicks التي يقوم بها باستخدام المشيرة (الفأرة mouse)، وإبراز نمط تطور الكائنات الميكروية من شواش بيانات جينوماتها، وهكذا. هذا من حيث أنماط شواشية الانتظام الذاتي، أما من حيث شواشية اللاانتظام فربما يمثل إحصاء الأنماط وسيلة يتحسس بها سلوك هذه النظم المعقدة، في مناطق شبه الانتظام، مناطق الجواذب الغريبة كما أسلفنا في الفقرة ٢: ٧: ٩.

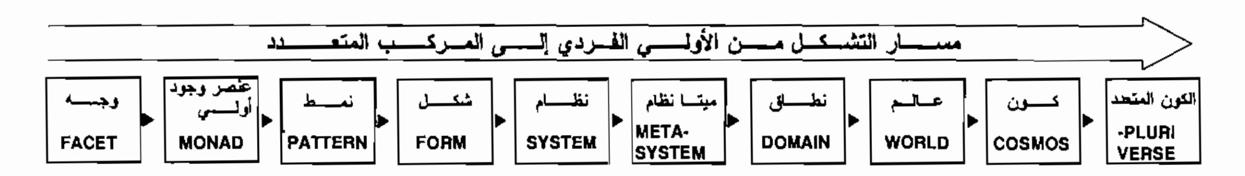
إن تمييز الأنماط خاصية جوهرية ليس فقط لتمييز الأصوات والأشكال بل لحاجة ذهنية أساسية فالعقل الإنساني يواجه في حياته اليومية العديد من المواقف التي تحتاج إلى قرارات فورية (١٣: ١٢٧) فلا تسعفه خلاياه العصبية البطيئة نسبيا، لذا يعتمد المخ البشري على تخزين تحليلاته ونتائج خبراته ليرجع إليها مستقبلا، وعندما يواجه موقفا معينا يستخدم قدرته على تمييز الأنماط ليسترجع من ذاكرته أقوى المواقف السابقة تشابها مع الموقف الراهن ليتخذ بشأنه ما اتخذه سابقا.

٣:٣:٥ علم نظم أكثر تجريدا(*)

نشأت هندسة النظم دون علم نظري يساندها فبدت كنوع من "الطفيليات الإبستيمولوجية"، نقطة تجمع تلتقي فيها نظم عديدة صناعية وإدارية واجتماعية، فراحت تتطفل تارة على السيرناطيقيا وتارة على البيولوجيا وتارة على نظرية الأشكال، وقد ساد منهجها الطابع الإمبريقي القائم على رصد سلوك النظم الكبيرة والوصول إلى الأفضل من خلال أسلوب التجربة والخطأ، وأخيرا اهتدى علم النظم إلى محوره الإبستيمولوجي في صلب علاقة الماكرو والميكرو، وفي علم الطفور تحديدا science of emergence، العلم الميتامعرفي السابق الإشارة إليه في الفقرة ٢: ٤: ٧، حيث يسعى حاليا إلى تأصيل الأساس الذي تقوم عليه النظم الكبيرة، من حيث علاقة أدائها الكلي الشامل بأداء عناصرها المكونة لها، وكيف يتحول الكم إلى الكيف بمفهوم الجدل الهيجلي، إن أداء النظم يتدرج في مستويات كل مستوى فيه يتجاوز ما قبله من خلال قفزة "كمية ـ نوعية" تظل تتراكم ليتشكل الكلي رويدا رويدا مولدا هذا الفارق الإجمالي بينه وبين حاصل عناصر تكوينه، ولكي ينطلق علم النظم الجديد راح يبحث عن نظرية ذات مستوى أعلى منطقيا ليجد غايته في الثلاثية التي طرحها "برتراند راسل ووليام وهينهيد في برنسيبيا ماثيمانيكا principia mathematica"، ثلاثية الرياضيات mathesis والمنطق logic ومخططات التشكل schema.

* يدين الكاتب في هذه الفقرة إلى ما أورده كنت بالمر في مسودته الثالثة لعرضه الرائع الذي تناول فيه الأسس الجديدة لنظرية النظم (١٤)، ويقتصر دور الكاتب في معظمه على تخفيف المصطلحات وتقديم المفاهيم بأقل قدر من التفصيل وربط الفقرة بما سبقها من حديث.

تغطي مخططا التشكل جميع مظاهر التشكيل البنيوي ابتداء من عناصره الأولية المفردة وصولا إلى أقصى صور التشكل فيما يعرف بالكون المتعدد pluriverse شكل (٣ : ٢).



شكل (٣ : ٢) سلسلة مخططات التشكل المنظومي

توفير الدعم النظري لكيفية فهم النظم الطبيعية وتصميم النظم الهندسية الكبيرة وتحديد كيفية دراسة تفاعل النظم مع سياقها الأشمل وكيف يمكن التحكم في أدائها الشامل، إن النظرية الموحدة للنظم تمثل مستوى من الميتامعرفية يتسم بدرجة عالية من التجريد نموذجا لذلك نورد فيما يلي عينة من مصطلحات تصنيفها لمعنى الوجود:

- الوجود الخالص pure being
- الوجود المفرط hyper being
- الوجود العنيف wild being
- الوجود الفائق ultra being

إن النظرية الموحدة للنظم لا بد وأن تتعامل مع التجليات للظواهر والأحداث ومع النقلة الأنطولوجية من الموجود إلى الوجود ومع ثنائية الوجود والعدم، إنه الصوري العلمي يصبو نحو الفلسفي الأنطولوجي، وليس هناك من طريق يسلكه إلا الإبداع والابتكار.

٤:٣ توجهات علم عصر المعلومات: على المستوى المنهجي

علاوة على ما ضمناه في الفقرة ٢: ٥: ٧ فيما يخص النقلة النوعية فيما يخص المنهج نضيف هنا بندين آخرين هما :

- الماهية-الكيفية
- من المحسوس إلى المجرد والعكس

٣:٤:١ الكيفية ـ الماهية

في فلسفة المعرفة تراوحت الرؤى بين الماهية والكيفية وأبرز أمثلتها كيفية مثالية كانط وماهية ظاهرتية هسرل، ووفقا لرؤيتنا له، سيؤالف علم ما بعد النقلة المعلوماتية ما بين النهجين ونكتفي هنا ببعض الأمثلة:

نظرية التربية: المؤالفة بين مضمون المعرفة وكيفية اكتسابها، لإكساب المتعلم القدرة على التعلم ذاتيا مدى الحياة وعبرها.

نظرية الإعلام: المؤالفة بين مضمون الرسالة الإعلامية وكيفية استقبال المتلقي لها، وذلك تجاوبا مع عولمية الإعلام التي تتعامل مع فئات عديدة من المتلقين من مختلفي الثقافات والخلفيات.

علم النص: التركيز على كيف يعني النص وعدم الاكتفاء بمضمونه حتى يتيح للقارئ القدرة على تفكيكه وإعادة تأليف مؤلفه، والكشف عما سكت عنه واقتفاء مسارات التناص intertextuallty التي تربطه بخارجه.

البيولوجيا: الجمع ما بين ماهية العناصر البيولوجية الميكروية وكيف نشأت الحياة وتعددت وتطورت أشكالها.

٣:٤:٢ من المحسوس إلى المجرد والعكس

لقد أبدع العقل البشري وهو يحول المحسوس إلى المجرد، وحان الوقت لهذا العقل أن يمارس الإبداع المعكوس، ونقصد به تحويل المجرد إلى المحسوس (٢ : ٢٩٣)، أي كيف تتحول الأرقام والرموز إلى شواهد قائمة والعلاقات إلى جسور ومعابر واصلة، والبنى المعرفية إلى بنى حقيقية نتجول في سراديبها، ونصعد ونهبط على سلميات تراتبياتها. لقد حولت مطبعة جوتنبرج

الأفكار إلى نقوش غائرة في مادة الورق، وجـــاءت تكنولوجيـــا المعلومـــات لتسلب من الورق ماديته بعد أن حولته إلى وثائق إلكترونية، وتساؤلنا هنا: هل يمكن لتكنولوجيا الواقع الخائلي أن ترجع بنا من اللامادي إلى المـــادي مـــرة أخرى؟ وهل يمكن أن يكون ما نسمعه عن تكنولوجيا "الطباعة ثلاثية الأبعاد"، التي تحول الصور والأشكال إلى مقابلها المجسم، هي بداية رحلة العودة إلـــى عالم الماديات والمحسوسات؟ إن هذا الترحـــال المســـتمر بيـــن المحســـوس والمجرد سيكون بمثابة "تدليك ذهني"، يحفظ للعقول حيويتها، ويحميها ضد داء التصلب والجمود، ويمكنها من استيعاب التعقد من خلال تجسيده تارة حتـــى لا نغرق في متاهة التجريد والرموز والمعادلات والإحصاءات ونجرده تارة حتى تبرز محاوره ونستشف نمطه ونكشف عن محركاته الأولوية.

ختام: منطلقات مقترحة

فى ضوء ما طرحته الدراسة الحالية يقترح الكاتب المنطلقات التاليـــة لدفـــع جهود البحث والتطوير فى عالمنا العربى:

(أ) تنمية الطلب على العلم بصورة مبتكرة تراعى الاختلاف بيـــن الـــدول المتقدمة والدول النامية، فبينما ينشأ الطلب على إنتاج العلـــم مـــن قبـــل القطاع الخاص في الدول المتقدمة، وهو ما لا يتوفر في الدول العربيـــة، يمكن للمؤسسات الأكاديمية : الجامعات والمعاهد ومراكز البحـــوث أن تكون بمثابة حلقة الوصل بين اقتصاد المعرفة والقطـــاع الخـــاص، أي التحرك في اتجاه معاكس لذلك في الدول المتقدمة من حيث قيامه علـــى مبدأ العرض، من قبل المؤسسات العلمية إلى القطاع الخاص الذي عـــادة لا يدرك الفرص العديدة للاستثمار في مجال اقتصاد المعرفـــة. يتطلـــب تحقيق ذلك التوسع في إقامة الحضانات incubators في داخل المؤسسات العلمية لرعاية المبادرات والأفكار وتحويلها إلى مشاريع بحثية إيضاحية pilot projects أو نماذج أولية prototypes لإثبات جدواها فنيا واقتصاديا وذلك تهيئة لعرضها على القطاع الخاص.

(ب) زرع نواة العلوم البينية والميتامعرفية فـــي مراكـــز البحـــوث وأقســـام الدراســـات العليا بالجامعات، ويمكن الاهتداء في ذلك بمـــا قـــامت بـــه جامعة ستانفورد في هذا الخصوص، وتجدر الإشارة هنا أن هذا التوجـــه العلمي مازال حديثا ويمكن اللحاق به في مهده.

(ج) إحياء الاهتمام بالعلوم الأساسية في الجامعات العربيـــة بعـــد أن كـــادت تتقرض لضعف الإقبال عليها من قبل الطلاب، مما يســـتوجب اجتـــذاب النابهين منهم وضمان توظيفهم بعد تخرجهم في مراكز البحـــوث التـــي يجب أن تنشأ أقساما متخصصة في العلوم الأساسية، إنه استثمار يفـــوق عائده بكثير؛ كلفة القيام به.

(د) القيام بحملة توعية مكثفة للقيادات العلمية والتكنولوجية بالتطورات المرتقبة في مسيرة تطور العلم تتجه للنقلة المعلوماتية ومراجعة خطط التنمية العملية والتكنولوجية على ضوئها.

(هـ) التوسع في المكتبات الرقمية وانضمام المكتبات العربية الرئيسية للمكتبات الرقمية العالمية، على أن تزود المكتبات العربية بطاقم من المحررين العلميين في مجالات التخصص المختلفة يقومون بالمسح الدوري لمصادر المعلومات وتقديم مستخلصات وعروض إلى فئات العلماء والمفكرين والتكنولوجيين بما يستجد في مجال تخصصهم.

(و) تنمية مهارات العلماء والمفكرين والتكنولوجيين العرب في استخلاص المعرفة من شظايا مصادر المعلومات المتناثرة عبر الشبكة وكيفية الإفادة من نظم المكتبة الرقمية الشخصية لتنظيم "رفوفهم الإلكترونية" وأرشفة وثائقهم ومساعدتهم في نشر نتاجهم الفكري إلكترونيا.

(ز) أقصى اهتمام باللغة العربية وأمور معالجتها آليا واللحاق بركب المعلوماتية الحيوية bio-informatics، وبالموجة الثانية لمعالجة اللغات الطبيعية نتيجة النقلة النوعية في جيل الإنترنت الثاني المعروف باسم "الوب الدلالي semantic web"، وتجدر الإشارة هنا إلى مبادرة برنامج الأمم المتحدة الإنمائي UNDP لتنفيذ التوصية التي وردت بتقرير التنمية الإنسانية العربية ٢٠٠٣ في هذا الخصوص.

(ح) الارتقاء بالإعلام العلمي من أجل توعية العامة علميا وتكنولوجيا، وكذلك تثقيف المتعلمين خاصة فيما يخص تاريخ تطور العلم وفلسفته.

قائمة المراجع

(١) **صادق, سمير حنا:** "إلتقاء الإنسانيات و العلوم الطبيعية" ــ عرض لكتاب "The Hedgehog, The Fox and The Magister Pox" ــ سلسلة كراسات المكتبة الأكاديمية ــ سنة ٢٠٠٤.

(٢) **على, نبيل** : "الثقافة العربية و عصر المعلومات" ــ سلسلة عالم المعرفة ــ الكويت ــ العدد ٢٦٥ ــ يناير ٢٠٠١

(٣) **أنتون, تيد:** " العلم الجسور: "سبعة علماء يغيرون عالمنا" ــ ترجمة: مصطفى إبراهيم فهمى ــ المشروع القومى للترجمة ــ القاهرة ــ الطبعة الأولى ــ العدد ٥١٣ ــ سنة ٢٠٠٣.

(٤) **الخولى, يمنى** : "فلسفة العلم فى القرن العشرين" ــ سلسلة عالم المعرفة ــ الكويت ــ العدد ٢٦٤ ــ ديسمبر ٢٠٠٠

(٥) **العروى, عبد الله:** "مفهوم العقل" ــ المركز الثقافى العربى ــ الطبعة الثانية ــ سنة ١٩٩٧

(٦) **ليونز, وليام:** "فلسفة العقل فى "مستقبل الفلسفة فى القرن الواحد والعشرين" ــ تحرير أوليفر ليمان ترجمة: مصطفى محمود محمد ــ سلسلة عالم المعرفة ــ الكويت ــ العدد ٣٠١ ــ مارس ٢٠٠٤ (ص: ٢٤٥ ــ ٢٦٨)

(٧) **الجابرى, محمد عابد:** "مدخل الى فلسفة العلوم العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمى" ــ مركز دراسات الوحدة العربية ــ الطبعة الثالثة ــ سنة يناير ١٩٩٤.

(٨) **فرجانى, نادر:** (محرر رئيسى) ــ تقرير التنمية الإنسانية العربية للعام ٢٠٠٣ ــ برنامج الأمم المتحدة الإنمائى ــ الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي ــ المملكة الأردنية الهاشمية.

(٩) **الباز, فاروق:** "العرب وأزمة البث العلمى" ـ مجلة العربي ـ الكويت ـ العدد ٥٤٧ ـ يونيو ٢٠٠٤.

(١٠) **زويل, أحمد:** "العلم للفقراء أيضا طبعة (مترجة عن الإنجليزية) ـ وجهات نظر ـ عدد ٤٥ ـ أكتوبر ٢٠٠٢.

(١١) **كيبس, ويليام:** "الجينوم اللامرئى: "ما بعد الدنا" ـ مجلة العلوم ـ الكويت ـ العددان ١٩٠/١٩١ ـ فبراير/مارس ٢٠٠٤.

(١٢) **مارشال, ستيفاني بيس:** وآخرون (محررا) ـ "تعلم العلم في القرن الحادي والعشرين" ـ ترجمة مصطفى إبراهيم فهمي ـ دار العين للنشر ـ الطبعة الأولى ـ ٢٠٠٤

(13) Ernest Zebrowski, Jr.: "Perils of a Restless Planet - Scientific Perspective on Natural Disasters", Cambridge University Press, 1997- reprinted 1998.

(14) Palmer, Kent D.: "The Foundations of General Schemas Theory", as an Extension to Systems Theory to Form a Mathematical and Philosophical Basis for Systems Engineering, a power point presentation (draft) 3 040306, in http://archonic.net.

(15) Johnson, Steven: "Emergence - The Connected Lives of Ants, Brains, Cities and Software" - Penguin Books - 2003.

(16) Wolfram, Stephen: "A New Kind of Science" - Wolfram Media, Inc. - 2001.

رقم الإيداع : ٢٠٠٤/٢٢٠٨٧
ISBN : 977-281-266-5

مطابع الدار الهندسية/القاهرة
تليفون/فاكس : (٢٠٢) ٥٤٠٢٥٩٨